

ÉTUDE ANATOMIQUE D'UN EMBRYON DE CHEVAL DE 12,5 MILLIMÈTRES

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 28 AVRIL 1965

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

par

LAPLACE Jean-Paul

Né le 5 Octobre 1942 à BOURG-en-BRESSE (Ain)



ÉTUDE ANATOMIQUE
D'UN EMBRYON DE CHEVAL
DE 12,5 MILLIMÈTRES

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE LYON

Directeur	M. le Professeur FLORIO
Directeur honoraire	M. le Professeur JUNG
Directeur honoraire	M. le Professeur TAPERNOUX
Professeur honoraire	M. le Professeur CUNY

PROFESSEURS

14 Chaires :

Pharmacie et Toxicologie	MM. TAPERNOUX
Anatomie descriptive, Extérieur, Anatomie appliquée	BARONE
Physiologie, Thérapeutique, Pharmacodynamie	BOST
Histologie, Embryologie, Anatomie pathologique	LUCAM
Hygiène et Industrie des Aliments d'origine animale	FLACHAT
Zoologie appliquée, Parasitologie externe, Parasitologie interne..	EUZEBY
Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores	
Législation vétérinaire	FLORIO
Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour..	COTTEREAU
Technique chirurgicale, Pathologie chirurgicale	COLLET
Obstétrique, Pathologie de la Reproduction	BERTRAND
Pathologie Générale, Microbiologie, Immunologie	...
Ethnologie, Hygiène, Zootechnie, Economie rurale	FROGET
Botanique appliquée, Agronomie, Alimentation	JEAN-BLAIN
Physique et Chimie Biologiques et Médicales	MAGAT
Maladies contagieuses, Zoonoses, Législation sanitaire	JOUBERT

MAITRES DE CONFÉRENCES

MM. FERNEY, RUCKEBUSCH

CHEFS DE TRAVAUX

MM. BUSSIERAS, OUDAR, Agrégés.

MM. CHANTEGRELET, DESCHANEL, JEAN-BLAIN Claude, LAPRAS,
LE NIHOUANEN, PROY, VAN HAVERBEKE, VERINE.

ASSISTANTES

Mlles BUFOUR, GENTILETTI, GONZALES.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. LATARJET, Président ; BARONE, LUCAM, Assesseurs.

La Faculté de Médecine et l'Ecole Vétérinaire déclarent que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner ni approbation, ni improbation.

ÉTUDE ANATOMIQUE D'UN EMBRYON DE CHEVAL DE 12,5 MILLIMÈTRES

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 28 AVRIL 1965

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

par

LAPLACE Jean-Paul

Né le 5 Octobre 1942 à BOURG-en-BRESSE (Ain)



IMPRIMERIE DES BEAUX-ARTS
J. TIXIER & FILS, 19, RUE ROUX-SOIGNAT, LYON

1965

A MA MÈRE

Bien faible témoignage pour tout l'amour
qu'elle m'a prodigué.

A MON PÈRE

Son courage et sa bonté nous sont un exemple
sans pareil. Que ce travail soit le modeste témoi-
gnage de ma reconnaissance et de mon amour
filial.

A MA SŒUR

En gage de mon affection.

A TOUTE MA FAMILLE

A MES AMIS

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

Monsieur le Professeur LATARJET

de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon

Hommages respectueux.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552610_0093

A NOTRE JURY DE THÈSE

Monsieur le Professeur BARONE
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

En témoignage de notre profond respect et de
notre vive gratitude pour la confiance et la bien-
veillance qu'il nous a toujours témoignées.

Infinie reconnaissance à ce maître dont les
travaux sont pour nous un exemple et un modèle.

Monsieur le Professeur LUCAM
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Qui nous a fait le grand honneur de juger
notre thèse. Qu'il trouve ici l'expression de notre
admiration et de notre reconnaissance.

A Monsieur le Professeur PAVAUX
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Avec l'assurance de notre respectueuse sym-
pathie.

A TOUS NOS MAITRES
DE L'ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE LYON

AVANT-PROPOS

On a dit que, bien souvent, « les étudiants s'en remettent à la décision d'un professeur » quant au choix d'un sujet de thèse, et que « le travail de l'étudiant est alors destiné à s'intégrer à un édifice plus vaste ». Tel est notre cas.

Le dernier fascicule du tome trois de la série « Anatomie des Equidés domestiques », publiée par Monsieur le Professeur BARONE, sera consacré au développement et à la morphologie du fœtus, ainsi qu'aux annexes fœtales. On voudra bien considérer notre travail comme une modeste contribution aux recherches préliminaires à la réalisation de cet ouvrage.

Qu'il nous soit permis de remercier ici le Maître qui a bien voulu nous confier une telle tâche. Nous souhaitons simplement lui avoir été de quelque aide dans la réalisation d'un ouvrage de grande valeur scientifique qui est en même temps un merveilleux outil de travail fourni aux étudiants.

MATÉRIEL ET TECHNIQUES

A) MATÉRIEL

1) CARACTÉRISTIQUES DE L'EMBRYON :

L'embryon sur lequel porte notre étude mesurait à l'état frais :

— 12,5 mm. de longueur directe vertex coccyx. Entendons par là, la plus grande longueur directe de l'embryon, soit approximativement la distance séparant l'éminence apicale de la base de la queue.

— 38 mm. de longueur circonférentielle vertex coccyx.

— 42 mm. de longueur circonférentielle bout du nez — bout de la queue.

Il est répertorié dans la collection du laboratoire sous la référence J XIV.

L'âge qui lui avait été accordé, était de cinq semaines environ. Toutefois il nous est permis de douter désormais de cette évaluation. En effet GÖTZE, dans son traité d'obstétrique, accorde 20 mm. à des embryons âgés d'environ un mois. Cela rajeunirait considérablement notre embryon, qui n'aurait donc plus guère que trois semaines environ. N'ayant aucun moyen de contrôle, nous laisserons à d'autres le soin de préciser l'âge des embryons d'équidés en fonction de leurs dimensions.

2) TRAITEMENT HISTOLOGIQUE :

Cet embryon fut soumis au traitement classique :

— Formol-fixation.

— Inclusion à la paraffine.

— Débitage en coupes séries transversales : il en est résulté 2064 coupes réparties sur 237 lames.

— Coloration de la totalité des coupes au glychemalun-éosine.

— Montage au baume du Canada.

3) OBSERVATION :

Une très importante torsion de toute la région céphalique du côté gauche, fait que la tête est approximativement débitée en coupes séries longitudinales. Cette torsion compliqua notablement le travail de reconstruction, rendant pratiquement irréalisable toute reconstruction graphique de la région céphalique. Vraisemblablement cet état de choses résulte de l'accentuation de l'incurvation latérale naturelle par suite de la fixation et de la déshydratation.

Le mauvais état d'un certain nombre de coupes, précédemment mentionné, s'explique par une fixation imparfaite de l'embryon avant son expédition au laboratoire. Certaines régions avaient ainsi subi un début de lyse. Il en est résulté une destruction de ces zones sous le rasoir lors de la réalisation des coupes histologiques. Toutefois, les régions ainsi inutilisables étaient peu étendues ; elles ont pu être observées utilement sur les multiples photographies prises avant l'inclusion.

B) TECHNIQUES

1) PRISE DE CONNAISSANCE DE L'EMBRYON :

Il nous a fallu une longue période d'adaptation pour parvenir à saisir l'organisation de notre embryon par l'observation des coupes, et pour en acquérir la connaissance intime, préalable nécessaire à tout travail.

2) RECHERCHE DU PLAN DE COUPE :

a) BASES THÉORIQUES :

Envisageant la réalisation de reconstructions à la fois dans l'espace et dans le plan, il s'avérait nécessaire de définir le plan de coupe et son orientation dans l'espace.

HJORTSJÖ (31) signale les multiples causes d'erreurs possibles :

— Déplacement et contraction : par suite des manipulations histologiques.

— Ecrasement et compression : inhérents à la technique d'exécution des coupes.

— Etirement et élargissement : lors du montage des coupes.

— Aberration sphérique : les dessins de projection étant déformés sur les bords.

Et enfin :

— Altérations de la forme apparente par l'obliquité des coupes. C'est dénoncer la méconnaissance du plan de coupe comme une cause d'erreur commune.

Le traitement histologique de l'embryon ayant été réalisé bien antérieurement à notre travail, toutes les astuces techniques [en particulier : Introduction de lignes directionnelles ou de surfaces de définition de STRASSER et KASTSCHENKO ; ou exécution de la technique longuement développée par BORN, en 1883 et 1888 (9 et 10)] nous étaient interdites.

La détermination de la ligne directionnelle DI^{sd} (selon HJORTSJÖ - 31), par la recherche à divers niveaux, de points normalement symétriques par rapport au plan sagittal, nous a permis de constater que l'inclinaison latérale des coupes était minime.

Pour la détermination de la ligne directionnelle DI^{dv} , il nous fallait partir d'un dessin du contour extérieur de l'embryon. Pour cela la méthode de BROMAN (1899) nous était interdite, aucun dessin du contour extérieur de l'embryon n'ayant été fait sur la fin du processus d'inclusion, alors que la rétraction pouvait être considérée comme terminée. N'ayant à notre disposition que des photographies et des mensurations de l'embryon frais, c'est à la méthode de FELL (1936) que nous avons eu recours.

La pellicule photographique portant les vues de notre embryon fut placée dans un agrandisseur. Celui-ci fut réglé de façon à obtenir une image dont la longueur directe vertex coccyx, soit de 12,5 mm. $\times 20 = 250$ mm. Le grandissement 20 fut pris ici arbitrairement en correspondance avec un grandissement microscopique courant.

Sur le dessin ainsi obtenu, nous avons tenté d'appliquer, pour l'obtention de DI^{dv} , la méthode des trois points et la méthode des deux points de HJORTSJÖ (31). Est-ce le fait que la photographie de profil ne peut reproduire exactement les relations réelles entre les détails variés de l'embryon, ou bien plutôt maladresse et incompréhension de notre part, les résultats obtenus furent désastreux. Dès lors, nous avons abordé le problème de manière tout à fait empirique.

b) RÉALISATION PRATIQUE :

A partir de dessins des coupes, au grandissement 20, obtenus en plaçant directement les préparations dans l'agrandisseur, nous avons procédé à deux essais.

— **Reconstruction graphique :** Elle fut obtenue par le report des points culminants dorsal et ventral de chaque coupe, en prenant comme ligne de référence la ligne du dos de l'embryon dessiné précédemment.

— **Reconstruction dans l'espace :** L'embryon est débité en 2064 coupes. L'épaisseur d'une coupe réelle est donc 12,5 mm., soit $12500 \mu : 2064 = 6,05 \mu$. Le grandissement choisi étant de 20, un dessin comptera pour une épaisseur de $6,05 \times 20 = 121 \mu$. Et si l'on dessine une coupe sur 16, un dessin comptera pour $121 \times 16 = 1936 \mu = 1,936$ mm., soit environ deux millimètres. C'est donc sur des plaques de carton de 2 mm. d'épaisseur que nous avons reporté les dessins de une coupe sur 16, avec tous les détails de la coupe. Puis nous avons procédé au découpage et au montage des plaques en veillant à conserver les rapports des détails des coupes.

Le résultat de la reconstruction graphique fut acceptable. L'aspect général de l'embryon était conservé. La reconstruction en carton, elle, nous fournit également une forme satisfaisante. Elle nous permet par ailleurs de prendre conscience de l'importan-

ce de la torsion de l'embryon après le traitement histologique. Nous eûmes la surprise de constater que l'une des photographies répondait assez exactement à cette position.

Encouragé par ces résultats, nous avons faites nôtres les affirmations de BORN et PETER (1898 - 11), déclarant que : « ... des séries de modelages excellents ont été constitués sans aucun plan de définition... Le contour de profil, les formations étirées longitudinales comme la corde, les vaisseaux sanguins, etc... protègent la plupart du temps des déviations latérales par erreur lors de l'empilage des coupes. Ensuite, dans une formation quelque peu compliquée, les coupes ont tellement de points de repère de deuxième ou troisième ordre, qui ne rendent possible ou vraisemblable qu'une façon déterminée de faire l'empilage, qu'une erreur ne se produit pas facilement. »

C'est ainsi que nous nous sommes engagés sur la voie d'un empirisme minutieux et attentif dans l'espoir de parvenir malgré tout à un résultat cohérent.

3) LES TECHNIQUES DE RECONSTRUCTION :

a) LES RECONSTRUCTIONS PLASTIQUES :

Une grande variété de techniques s'offrait à nous. Nous avons aussitôt éliminé la méthode stéréoscopique de DUBREUIL (25), et l'emploi de plaques de verre gravées, pour des raisons de commodité et de prix de revient. L'usage du papier buvard, cité par MILLER (37), fut également laissé de côté, car nous redoutions un manque de tenue des modèles. C'est en définitive la technique de HARRISSON (30) (carton d'imprimeur) et la vieille technique de BORN (9 et 10) (plaques de cire), que nous avons adoptées. Nous leur avons adjoint l'usage de la méthode de BOYER (13) (plaques de cire évidées puis injection de matières plastiques).

— Le carton :

Nous avons reconstruit de la sorte la partie antérieure de notre embryon et la partie correspondante du système nerveux central. Le matériau était du carton d'imprimeur de deux millimètres d'épaisseur. Les dessins des coupes, obtenus au microscope à pro-

jection, étaient reportés sur le carton avec tous leurs détails. Après découpage à la scie de modéliste et assemblage-collage, le modèle était enduit de cire de façon à égaliser les reliefs des cartons.

— La cire :

Cette méthode fut utilisée pour la reconstruction des poumons, du foie et du cœur de notre embryon. Ici, nous avons dû confectionner nous-mêmes les plaques de cire. Le matériau de base était un mélange à parties égales de cire d'abeilles et de paraffine histologique, mélange qui nous a donné toute satisfaction. Maintenu en fusion à l'étuve, ce matériau liquide était coulé dans un plat en pyrex rempli aux trois-quarts d'eau très chaude, qui avait le double avantage d'offrir une surface rigoureusement plane et de retarder la solidification de la cire. La difficulté résidait dans la recherche d'une épaisseur constante de 2 mm. Nous l'avons tournée par le calcul de la masse de cire nécessaire à la confection d'une plaque, soit environ 101 grammes, la densité approximative du mélange étant de 0,94 pour un volume de $540 \text{ cm}^2 \times 0,2 \text{ cm} = 108 \text{ cm}^3$. Mais il s'agit en fait surtout d'un tour de main à acquérir.

Les plaques une fois obtenues, et leur épaisseur contrôlée au pied à coulisse, nous avons procédé comme pour le carton : report du dessin, découpage à la scie puis montage, et assemblage des coupes sur leur marge à l'aide d'une spatule chauffée. Enfin la surface du modèle était polie par la même méthode pour mieux mettre en relief les caractères des formes, qui risquaient d'être masqués par les inégalités accidentelles.

— Moulages internes :

Un troisième type de reconstructions fut réalisé, en partant de l'idée de BOYER (13). Pour cela nous avons évidé le dessin des bronches sur les plaques de cire destinées à reconstituer les poumons, et celui des cavités cardiaques sur les plaques de reconstruction du cœur. Dans le cas des bronches, nous avons injecté une matière plastique (Rhodopas AX 90-10 de Rhône Poulenc). Dans le cas des cavités cardiaques, le remplissage fut effectué au plâtre de Paris. Le moulage interne fut ensuite récupéré par fusion du modèle de cire. Si l'arbre bronchique en matière plas-

tique fut réussi, il n'en fut pas de même pour le moulage des cavités cardiaques. Le plâtre n'avait pu sécher convenablement, et de ce fait la pièce fut totalement inutilisable.

Précisons ici qu'à l'exception du foie, réalisé au grandissement 20, un grossissement supérieur s'avéra nécessaire pour des organes tels que le cœur ou les poumons. Aussi avons-nous utilisé un grossissement de 46 fois, en dessinant une coupe réelle sur sept. En effet une coupe dessinée compte pour une épaisseur de $6,05 \times 46 = 278,30 \mu$. Si l'on dessine une coupe sur sept, un dessin comptera pour $278,30 \times 7 = 1946 \mu = 1,946 \text{ mm.}$, soit environ deux millimètres.

b) LES RECONSTRUCTIONS GRAPHIQUES :

Dans ce cas la totalité des reconstructions fut réalisée au grossissement 46, les reports sur papier millimétré s'effectuant de 2 mm. en 2 mm.

Le principe de ce type de travail est de donner la projection des organes de l'embryon sur le plan sagittal de ce dernier. Dans ce plan, le profil extérieur, obtenu d'après la photographie, sert de ligne de référence du côté dorsal. Enfin, ce dessin sur papier millimétré doit être disposé de sorte que l'on puisse faire coïncider la ligne médiane du dessin des coupes, les traits verticaux du papier et la direction présumée du plan de coupe. Le report sur le plan médian des dimensions prises sur des plans latéraux, donne une série de points qu'il suffit ensuite de joindre les uns aux autres.

Etant donné que la ligne de référence dorsale a été obtenue à partir de la photographie de l'embryon frais, une certaine différence de longueur et de largeur apparaît entre le dessin de base et le graphique. On obtient donc alors le dessin de l'embryon rétracté, tel qu'il a été coupé.

ÉTUDE ANATOMIQUE

Nous diviserons cette étude en deux parties. L'une sera consacrée à la morphologie, appuyée sur nos observations et sur les modèles obtenus ; l'autre, faisant une large place aux reconstructions graphiques sera consacrée à la topographie.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE MORPHOLOGIQUE

A) FORME EXTÉRIEURE

Cette description s'appuie uniquement sur l'étude approfondie des nombreuses photographies de l'embryon frais.

I) ASPECT GÉNÉRAL

L'embryon frais présentait un léger enroulement spiral. La tête était déviée du côté gauche et la queue du côté droit.

II) LA TÊTE

La tête est fortement fléchie sur le corps, au point de former avec celui-ci un angle aigu assez fermé. Son diamètre dorso-ventral est sensiblement supérieur à son diamètre antéro-postérieur.



1) Vue latérale droite.



2) Vue latérale gauche.

Sa face dorsale peut être divisée en deux zones distinctes : l'une, postérieure, correspondant au plafond du quatrième ventricule, et à la portion postérieure du cerveau moyen ; l'autre, antérieure, correspond à la saillie des hémisphères cérébraux, et à la portion antérieure du cerveau moyen. Les hémisphères cérébraux forment une importante saillie globuleuse dont le contour est délimité par un sillon.

Les faces latérales, planes dans toute leur partie dorsale deviennent bombées dans la région oculaire, formant une sorte de bourrelet au-dessus de l'œil.

L'ensemble présente une certaine dissymétrie, le côté droit paraissant plus étendu que le gauche. Cette dissymétrie se retrouve également dans les proportions respectives des bourgeons faciaux.

III) LA FACE

L'aspect général de la face montre d'emblée son hétérogénéité de constitution. Cependant les divers bourgeons sont déjà réunis.

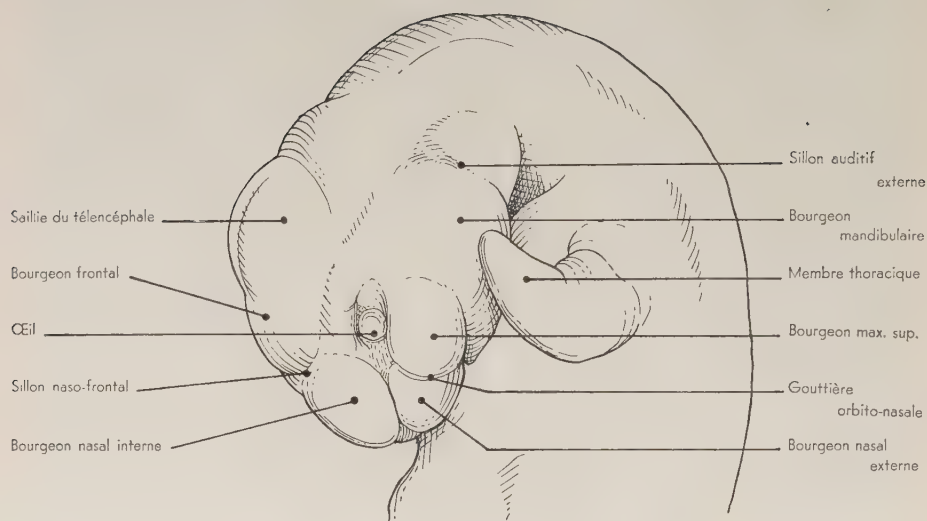
1) BOURGEON FRONTAL ET BOURGEONS NASAUX :

Le bourgeon frontal constitue la partie la plus proéminente de la face. Il est en continuité avec les bourgeons nasaux. Toutefois, la limite entre les deux est marquée par le sillon transversal naso-frontal. Les narines sont indiquées par un petit sillon. Notons que, si les processus globulaires sont soudés, aucun sillon bien net ne les sépare. Par conséquent la cloison nasale n'est vraisemblablement pas encore constituée, ou n'est qu'à peine ébauchée. Nous ne pouvons le préciser, cette portion de l'embryon étant l'une des régions à fixation défectueuse. La gouttière nasale séparant le processus nasal et le processus globulaire est bien indiquée. Enfin la gouttière orbito-nasale séparant le processus nasal du bourgeon maxillaire supérieur est profondément marquée.

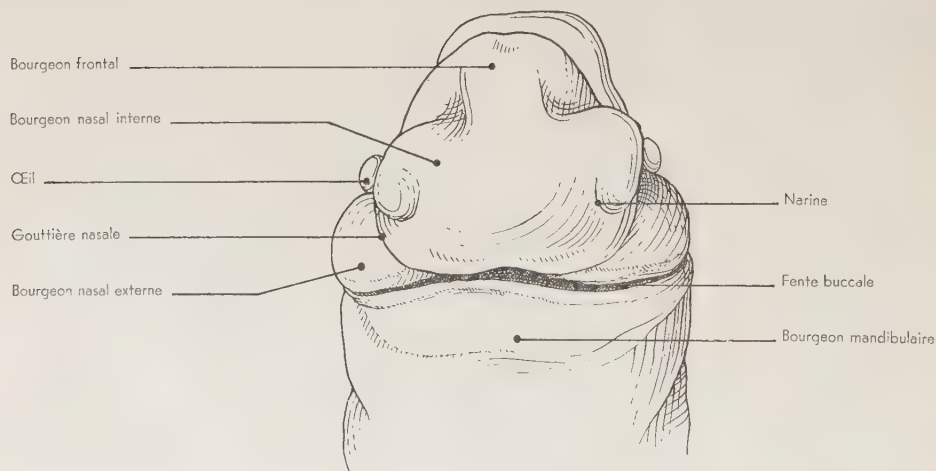
2) BOURGEONS MAXILLAIRES SUPÉRIEURS :

Ceux-ci sont nettement délimités :

- Par la gouttière orbito-nasale antérieurement.
- Par le rebord saillant qu'ils forment à leur partie supé-



VUE LATÉRALE GAUCHE



VUE FRONTALE

LES BOURGEONS DE LA FACE

rière, séparée de l'œil par un sillon profond qui semble préfigurer un cul-de-sac conjonctival inférieur.

— Par la fente buccale en région inférieure.

Leur portion antérieure est légèrement plus large que la portion postérieure.

3) BOURGEONS MANDIBULAIRES :

Les deux bourgeons mandibulaires primitifs sont complètement soudés sur la ligne médiane. D'une commissure labiale à l'autre, la surface de cette ébauche est bosselée. Son bord labial semble déjà ourlé en une lèvre inférieure. Ce bourgeon est situé très en retrait des bourgeons nasaux et maxillaires supérieurs.

4) LÈVRES :

Les commissures labiales sont situées approximativement à l'aplomb de l'œil. La lèvre supérieure est assez peu indiquée. En région médiane, elle présente une légère échancrure en forme de V à pointe supérieure. La lèvre inférieure suit exactement ces contours ; sa partie moyenne est donc légèrement plus élevée que ses parties latérales. Cette sorte d'ourlet labial est beaucoup plus net sur le bourgeon mandibulaire que sur le bourgeon maxillaire supérieur.

5) YEUX :

Situés sur les côtés de la face, ils forment deux saillies globuleuses d'environ 0,6 mm. de diamètre. Un profond sillon les circonscrit, les séparant des rebords palpébraux.

6) OREILLES EXTERNES :

L'emplacement de l'oreille externe est marqué, peu en arrière du bourgeon mandibulaire par un sillon assez large, dont les rebords légèrement surélevés par rapport à l'ectoderme environnant, forment de petites bosselures.

IV) LE TRONC

Il atteint son plus grand diamètre dorso-ventral dans la région de la pointe du cœur. On a véritablement une bosse cardiaque accentuée sur les côtés par le développement hépatique. Le point d'implantation du cordon ombilical est situé sur la ligne joignant

les bourgeons des membres pelviens. La courbure ventrale est postérieure à l'ombilic.

V) LES MEMBRES

Ils se présentent sous la forme de quatre bourgeons nettement individualisés du reste du corps. Le bourgeon du membre thoracique gauche affecte une forme de cône incurvé dorsalement et dirigé vers la tête. Son homologue droit est beaucoup plus arrondi, et comme spatulé. Il est dirigé vers la queue de l'embryon. La longueur des bourgeons thoraciques est d'environ 2,8 mm. Les bourgeons pelviens paraissent un peu plus larges sur toute leur longueur et leur extrémité est très arrondie. Ils ont une longueur d'environ 3,2 mm. pour une largeur moyenne de 1,3 mm.

Il apparaît nettement que les bourgeons thoraciques et pelviens sont à des stades évolutifs différents. En effet les bourgeons thoraciques, et cela est surtout net à gauche, présentent déjà une incurvation qui forme un angle dont le sommet correspond au coude. Toutefois la portion du bourgeon dont dérivera la main, n'est pas encore délimitée.

B) SOMITES ET CORDE DORSALE

I) LES SOMITES

Nous ne pouvons en donner le nombre avec une certitude absolue. En effet une portion de la région dorsale de l'embryon est très abîmée. Aussi le nombre de somites correspondant à cette région, a-t-il été déterminé en fonction de la longueur des somites antérieurs et postérieurs à cette zone. D'autre part l'extrémité de la queue fait défaut également.

Ayant dénombré 34 somites, y compris les somites correspondant à la déficience dorsale, nous pensons pouvoir dire que notre embryon possède 40 somites environ, l'écart étant constitué par les quelques somites caudaux absents, et les premiers somites céphaliques déjà régressés. En effet dans toute la région comprise entre l'extrémité antérieure de la corde dorsale et la région

des vésicules auditives, il n'y a pas trace de métamérisation. Le mésenchyme constitue une plaque basilaire étendue jusqu'à la région antérieure du myélencéphale.

Les somites présentent déjà une différenciation assez importante. Le myotome forme une zone cellulaire plus dense, allongée sous l'ectoderme, de part et d'autre du tube neural. Le sclérotome a envahi tout l'espace sous-neural autour de la corde dorsale, et s'est répandu dans les parois latérales du tronc. Il constitue le mésenchyme embryonnaire. A l'intérieur de ce mésenchyme, on observe déjà des condensations qui situent les premières ébauches des pièces squelettiques. Tout au long de son trajet la corde dorsale est entourée d'une zone de forme générale ovale, assez nettement délimitée, qui représente l'ébauche des corps vertébraux. Nous n'avons pas trouvé trace des arcs neuraux. Mais les arcs hémaux sont présents sous la forme d'expansions de la zone mésenchymateuse périocardale. Cela est surtout apparent en région dorsale, où l'on voit déjà les ébauches costales. Toutefois les plus antérieures d'entre elles ne présentent pas encore de fusion entre leurs extrémités ventrales pour constituer les deux crêtes sternales. D'autre part, les bourgeons des membres thoraciques et pelviens renferment, au sein du mésenchyme qui les constitue, une masse extrêmement dense connue sous le nom de scléroblastème. Mais ce scléroblastème est à ce stade encore indivis. Il n'y a pas trace de délimitation des futures pièces osseuses.

II) CORDE DORSALE

Elle apparaît comme un mince cordon de type épithélial étendu de la tête à la queue dans le plan sagittal de l'embryon, juste au-dessous du tube neural. Sur toute sa longueur, sauf au niveau de son extrémité céphalique, elle apparaît à un fort grossissement comme une formation tubulaire, dont la paroi est constituée d'une couche de cellules d'aspect épithélial, entourée d'une gaine fibreuse lâche.

Il ne nous est pas possible de décrire son mode de terminaison en région caudale, l'extrémité de la queue faisant défaut.

Par contre, au niveau de son extrémité antérieure, elle perd l'aspect tubuliforme pour se transformer en un cordon dense,

renflé, et légèrement incurvé en direction du plafond de la cavité buccale. Cet élargissement terminal est situé juste derrière la tête de l'évagination diencéphalique, futur lobe postérieur de l'hypophyse. Nous n'avons relevé aucune connexion entre la corde et l'épithélium pharyngien, comme AUGIER (1-2) en a signalé de nombreux cas chez des embryons de porc. Nulle trace non plus d'agénésie de segments de corde.

C) SYSTÈME NERVEUX ET ORGANES DES SENS

I) SYSTÈME NERVEUX CENTRAL

1) ENCÉPHALE :

Comme BOUTELIER (12) l'avait signalé, l'encéphale de notre embryon est en très mauvais état. Le plan de coupe sub-longitudinal de toute la région céphalique, et les dommages subis par certaines parties rendent impossible une reconstruction graphique. Une reconstruction plastique a été réalisée avec peine, mais permet néanmoins de vérifier les données apportées par l'étude des coupes.

L'encéphale est à un stade quinqué-vésiculaire évolué. La totalité du télencéphale ayant été détruite sur les coupes, nous ne pouvons savoir si l'on a encore à ce stade une vésicule impaire ou si les deux ventricules latéraux sont déjà présents. Toutefois, l'examen des photographies de l'embryon frais permet de penser que l'on a déjà deux vésicules télencéphaliques. D'autre part, l'étude d'embryons plus jeunes et plus âgés que le nôtre nous a apporté la même conviction. En définitive, l'état des coupes ne permet d'étude correcte que sur le rhombencéphale, le mésencéphale et une partie du diencéphale.

Le rhombencéphale est caractérisé par une paroi ventrale très épaisse et une paroi dorsale d'une extrême minceur : la toile choroïdienne. Il est creusé par le quatrième ventricule qui émet deux diverticules latéraux assez profonds, au niveau du métencéphale. On ne peut plus distinguer que quatre neuromères, d'ailleurs peu apparents, sur le plancher du quatrième ventricule. On observe d'autre part la présence d'un sillon médian profond et de

deux sillons latéraux bien marqués. Le plancher du métencéphale est déjà épaissi en protubérance annulaire. Son relief est encore accusé par la courbure pontique ; quant à son plafond, il présente deux épaississements latéraux qui vont contribuer à la formation du cervelet.

Le mésencéphale constitue une formation aux parois dorsale et ventrale épaisses. Il est traversé par l'aqueduc de Sylvius, étroit, qui relie le ventricule rhombencéphalique au troisième ventricule.

Le diencéphale forme un angle très fermé avec le mésencéphale. La courbure du vertex est donc bien apparente. Le diencéphale est creusé par le troisième ventricule (relativement moins vaste que le quatrième) qui émet un diverticule creux. Celui-ci descend en direction du pharynx, coiffe le sommet de la poche de Rathke et longe une partie de son bord postérieur. C'est l'ébauche de la post-hypophyse. Un peu en avant, le plancher diencéphalique forme un épaississement, ébauche du chiasma optique.

2) MOELLE ÉPINIÈRE :

Le tube neural est en pleine transformation. Son calibre est encore régulier sur toute sa longueur, les renflements correspondant aux bourgeons des membres n'étant pas encore marqués. La lumière du tube est encore très allongée dorso-ventralement ; elle a sur les coupes la forme d'un losange très effilé, dont les angles latéraux marquent les sillons limitants bien visibles.

Par contre sa structure interne dénote l'évolution vers la structure de la moëlle épinière d'adulte. En effet, on distingue nettement dans les épaisses parois latérales, plusieurs zones :

— En bordure de la lumière du tube, une couche très dense de cellules, ou couche germinative.

— En dehors de celle-ci, la zone dite palléale présente elle-même deux plages cellulaires différentes : dorsalement une plage de densité cellulaire moyenne et d'extension relativement minime ; ventralement, une seconde plage à densité cellulaire plus faible, mais plus vaste. On reconnaît là : dorsalement, la plaque alaire ; et ventralement, la plaque basale, dont l'évolution plus précoce explique la plus grande extension.



1) Moëlle épinière.

1. Couche germinative, 2. Plaque alaire, - 3. Plaque basale, - 4. Voile marginal.



2) Nerf rachidien.

- 1. Racine dorsale du nerf rachidien.
- 2. Racine ventrale du nerf rachidien.
- 3. Nerf rachidien mixte.
- 4. Branche dorsale.
- 5. Branche ventrale.
- 6. Rameau communicant.
- 7. Cordon limitrophe latéro-vertébral.

— Enfin à la périphérie, une zone de texture filamenteuse assez lâche, représente le voile marginal constitué par les fibres nerveuses embryonnaires.

Les racines dorsales et ventrales des nerfs rachidiens sont nettement visibles. Enfin, on constate que le mésenchyme environnant le tube neural s'écarte de celui-ci ventralement et latéralement, ménageant donc précocement des espaces méningés.

II) CRÊTE GANGLIONNAIRE

I) PORTION CÉPHALIQUE ET NERFS CRANIENS :

Un certain nombre de nerfs craniens ont pu être identifiés avec certitude, ainsi que les ganglions correspondants.

Le trijumeau se présente sous la forme d'un gros faisceau de fibres nerveuses issues du métencéphale, qui pénètrent presque aussitôt dans une masse ganglionnaire très volumineuse : le ganglion de Gasser. Il en repart deux faisceaux assez importants, légèrement divergents, qui représentent les nerfs maxillaire et mandibulaire.

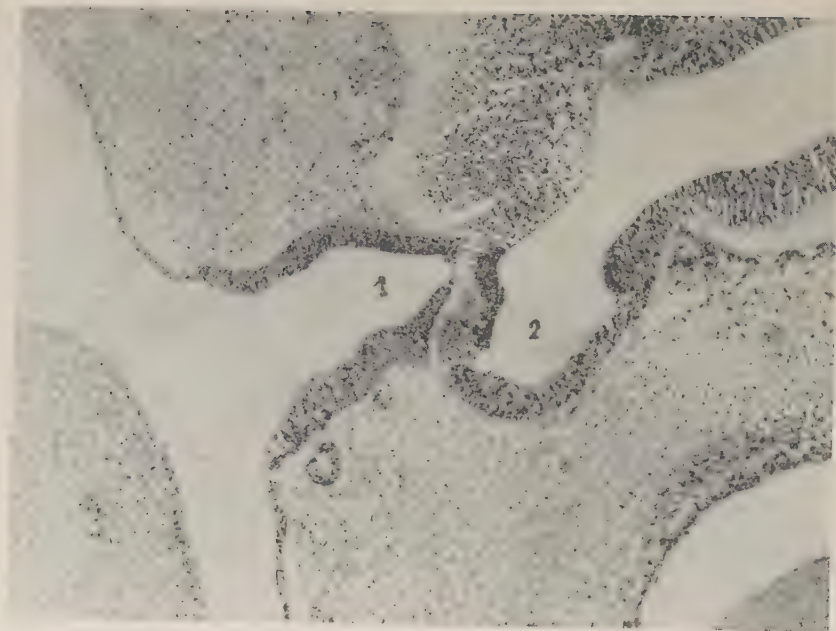
Si l'on continue l'examen en direction caudale, on rencontre bientôt deux faisceaux nerveux contigus d'importance moyenne. Le faisceau postérieur est en contact avec la paroi de la vésicule auditive. Il s'agit du nerf facial et du nerf stato-acoustique que leur contiguité a contribué à réunir sous le nom de complexe acoustico-facial.

Peu en arrière de la vésicule auditive, on trouve un faisceau nerveux étalé, qui se termine à peu de distance du rhombencéphale dans un ganglion volumineux. Deux faisceaux distincts assez nettement divergents en repartent : c'est le nerf glosso-pharyngien.

Puis une succession de petits faisceaux nerveux issus du myélencéphale, se réunissent dans un ganglion, d'où repart le pneumogastrique.

Enfin, juste après, au niveau de la région postérieure du myélencéphale, quelques grêles faisceaux donnent naissance au nerf spinal.

Cette disposition traduit bien la subdivision de la crête ganglionnaire primitive en trois complexes principaux, au niveau du



1) Région hypophysaire :

1. Poche de Rathke. - Ebauche de la neurohypophyse.



2) Région de la vésicule auditive :

1. Ganglion de Gasser. - 2. Nerf facial. - 3. Nerf statoacoustique.
4. Vésicule auditive interne.

rhombencéphale ; crête du trijumeau, crête de l'acoustico-facial, crête du glosso-pharyngien et du pneumogastrique.

Enfin le nerf grand hypoglosse n'est pas individualisé en tant que nerf crânien. Son émergence ne peut pas encore être distinguée de celle d'un nerf rachidien.

2) PORTION RACHIDIENNE ET NERFS RACHIDIENS :

Si la crête ganglionnaire crânienne est à ce stade déjà complexe, la crête ganglionnaire rachidienne est beaucoup plus simple. Elle se présente comme une succession d'amas ganglionnaires métamériques. Il y a une correspondance exacte entre les ganglions rachidiens et les somites.

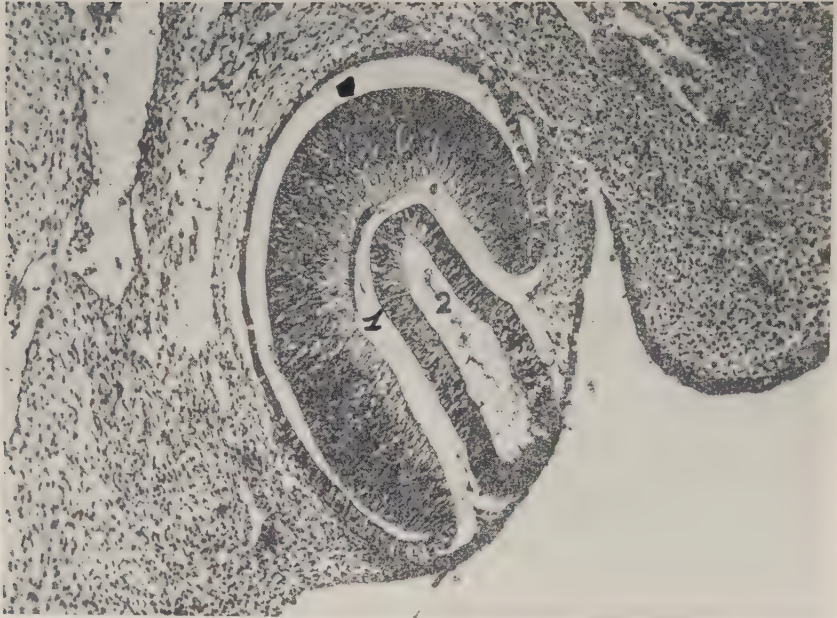
Ces ganglions, volumineux, sont situés sur le trajet de la racine dorsale du nerf rachidien. Les racines ventrales sont également bien apparentes. La réunion des racines dorsale et ventrale donne naissance au nerf rachidien mixte. Celui-ci se subdivise très rapidement en une branche dorsale assez brève, qui se perd dans le myotome, et une branche ventrale qui s'avance dans les parois latérales du corps.

Cette branche ventrale est plus ou moins développée. Elle constitue au niveau des bourgeons des membres, un tronc nerveux très volumineux, qui représente l'ébauche des plexus brachial et lombo-sacré. Ce tronc nerveux se place au côté interne du scléroblastème. Il s'engage beaucoup moins dans le bourgeon du membre pelvien que dans le bourgeon thoracique où il atteint presque la moitié de la longueur du bourgeon.

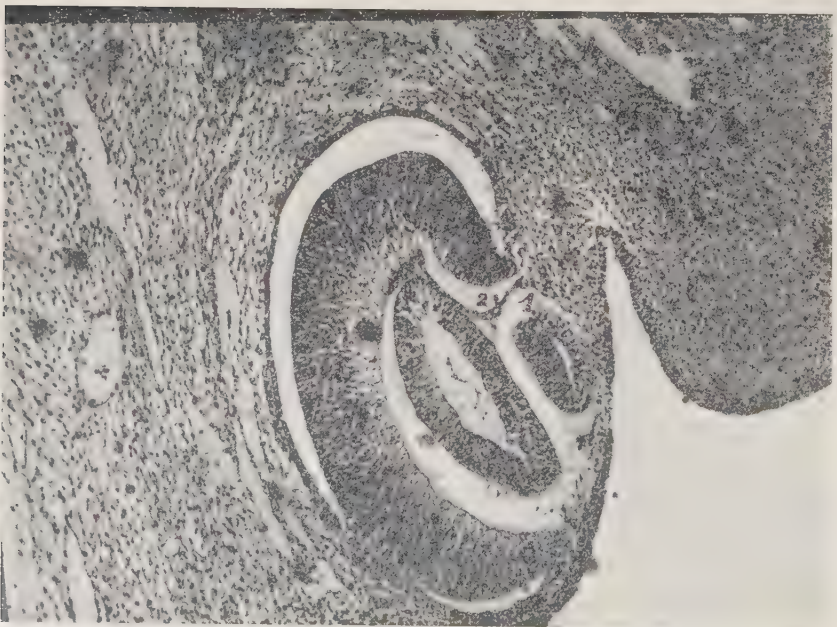
III) SYSTÈME NERVEUX SYMPATHIQUE

La crête ganglionnaire fragmentée fournit, outre les ganglions rachidiens, la plus grande partie du système sympathique. Les éléments essentiels de celui-ci semblent déjà mis en place chez notre embryon. On trouve en effet de part et d'autre de l'aorte dorsale, juste en avant de l'ébauche mésenchymateuse des corps vertébraux, deux masses d'aspect ganglionnaire : les cordons limitrophes latéro-vertébraux, qui préfigurent la chaîne sous-dorsale des ganglions sympathiques. Ces éléments sont reliés à chaque nerf rachidien mixte par un faisceau de fibres qui n'est autre que le rameau communicant.

Deux coupes obliques de l'œil gauche.



1, Vésicule oculaire secondaire. - 2, Vésicule cristalliniene.



1. Fente choroïdienne. - 2, Future artère centrale de la rétine.

IV) HYPOPHYSE

L'hypophyse est en voie de formation. La poche de Rathke est encore largement ouverte sur la cavité buccale. Elle est déjà en contact avec l'évagination diencéphalique (futur lobe postérieur de l'hypophyse) mentionnée précédemment. La paroi de la poche de Rathke a une épaisseur à peu près triple de celle de l'épithélium buccal dont elle dérive.

Mentionnons d'autre part sur la marge de l'ouverture de la poche de Rathke, du côté postérieur, une toute petite évagination du plafond buccal qui n'est autre que la poche de Seessel, marquant la limite théorique entre la bouche et le pharynx.

V) YEUX

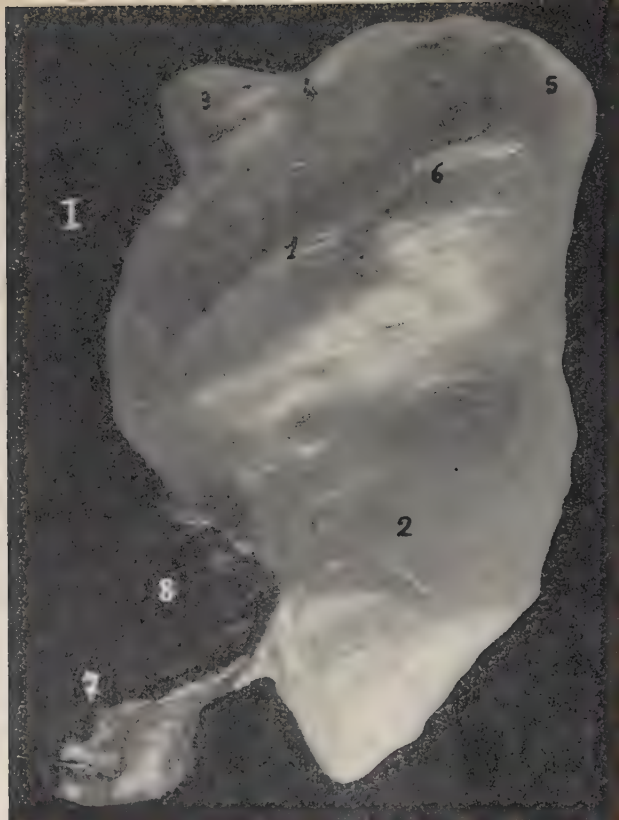
Les vésicules optiques, bien pédiculisées, ont déjà subi le mouvement d'invagination de leur paroi externe, réduisant leur cavité primitive à une fente. Elles sont donc déjà au stade de vésicule oculaire secondaire. La paroi externe de cette vésicule est très épaisse, alors que la paroi profonde est très mince.

Les ébauches cristalliniennes se présentent sous la forme de vésicules épithéliales allongées. Le calibre de la paroi de ces vésicules cristalliniennes est uniforme. Elles sont encore étroitement accolées au futur épithélium cornéen.

La coupole formée par la vésicule optique secondaire présente en région inférieure, une interruption : cette ouverture étroite est la fente choroïdienne. On voit nettement un vaisseau, la future artère centrale de la rétine, s'y introduire. Puis il va s'épanouir à la face postérieure de la vésicule cristallinienne, préfigurant le segment postérieur de la tunique vasculaire du cristallin, appendu à l'artère hyaloïdienne.

VI) OREILLES INTERNES

Les oreilles internes sont présentes sous la forme de deux vésicules auditives nettement séparées de l'ectoderme dont elles dérivent. Elles sont allongées verticalement, selon un axe perpendiculaire à celui du rhombencéphale. La vésicule auditive gauche



Vésicule auditive gauche :

I. Vue latérale externe.

II. Vue latérale interne.

III. Vue antérieure.

1. Utricule.

2. Saccule.

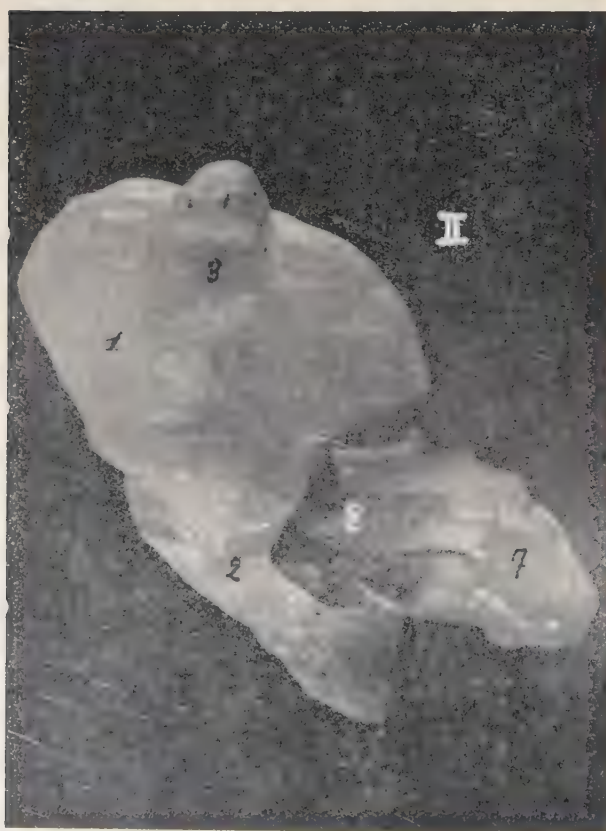
3. Canal endolymphatique.

4. Canal 1/2 circulaire supérieur.

5. Canal 1/2 circulaire postérieur.

6. Canal 1/2 circulaire externe.

7-8. Complexe acoustico-facial.



a une longueur totale dans son plus grand axe, de 1,16 mm. environ. Elle est approximativement piriforme. Une légère concavité creuse sa paroi externe, préfigurant la subdivision en utricule et saccule.

La partie supérieure utriculaire émet, en direction dorsale et au côté interne, un appendice de forme tubulaire qui se termine en cul-de-sac. Cette évagination est l'ébauche du canal endolymphatique. La disposition observée chez notre embryon confirme, une nouvelle fois, le fait que le canal endo lymphatique fait partie intégrante de la vésicule auditive. D'autre part, cette région utriculaire de la vésicule auditive est en voie de remodelage complet. L'extrémité dorsale de la vésicule affecte une forme de cimier, ébauche du demi-disque dont sortira le canal semi-circulaire supérieur. L'emplacement du canal semi-circulaire postérieur est à peine indiqué par un léger enroulement du bord postérieur de la vésicule. Enfin, au côté externe, une évagination assez importante préfigure le canal semi-circulaire externe.

La partie inférieure, sacculaire, de la vésicule auditive s'allonge en un diverticule falciforme, légèrement incurvé en direction interne, mais sans limite nette avec le reste de la vésicule. C'est le tube cochléaire qui amorce son développement.

Enfin, à son bord antéro-interne, en région inférieure, la paroi de la vésicule auditive présente un épaississement, ébauche du ganglion acoustique, qui jouxte le complexe acoustico-facial.

D) APPAREIL DIGESTIF

I) LA CAVITÉ BUCCALE

La cavité buccale est loin d'être complètement modelée. Si le plancher buccal montre déjà une différenciation en maxillaire inférieur et langue, le plafond buccal que doit constituer la voûte palatine fait totalement défaut. Par conséquent la cavité buccale proprement dite est encore très mal définie.

1) PLANCHER BUCCAL ET LANGUE :

Le plancher buccal est occupé dans sa quasi totalité par la langue. Le contour de celle-ci est délimité par un sillon linguo-

maxillaire assez profond. Toutefois, il n'est pas prolongé en profondeur dans le mésenchyme sous-jacent par une poussée épithéliale. La langue se présente donc en définitive comme une masse allongée à la surface du bourgeon maxillaire inférieur. Ses bords sont arrondis. Son extrémité est impaire. Il n'y a plus trace des deux bourgeons qui concourent à sa formation.

2) PLAFOND BUCCAL :

La face dorsale de la langue est à ce stade très proche de la base du crâne. Par conséquent le cloisonnement en fosses nasales et cavité buccale proprement dite n'est pas encore réalisé. Le cloisonnement a-t-il déjà débuté en région tout à fait antérieure, nous ne pouvons malheureusement le préciser, la fixation défectueuse de cette région étant la cause du mauvais état des coupes correspondantes. Nous sommes donc également contraints de passer sous silence la formation de la voûte palatine. Pour cette même raison nous ne dirons rien des narines, de l'organe de Jacobson, du septum narium, et d'une manière générale de tout ce qui touche aux cavités nasales.

3) ÉBAUCHES DENTAIRES :

On peut déjà observer sur cet embryon, la première phase du développement des ébauches dentaires. En effet, immédiatement en arrière de l'orifice buccal, on peut voir sur les deux maxillaires, un épaississement de l'épithélium buccal. Si cet épaississement épithélial semble former un arc complet au niveau du bourgeon mandibulaire, l'état des coupes nous interdit toute précision au niveau du maxillaire supérieur.

Ce placoïde dentaire forme une légère convexité dans le tissu sous-jacent, préfigurant le mouvement cellulaire qui va donner naissance au mur plongeant. Superficiellement sa présence ne se manifeste pas. L'épithélium buccal est lisse. Il n'y a donc pas trace de bourrelet gingival ou mur saillant. Il n'y a pas trace non plus de sillon labio-gingival entre les placoïdes dentaires et les lèvres.

4) CARTILAGE DE MECKEL :

Cet arc cartilagineux qui prend naissance dans le bourgeon mandibulaire est à peine ébauché ici. On peut observer une

légère densification du mésenchyme, proche de l'épithélium cutané en région antérieure, de l'épithélium bucco-pharyngien en région postérieure. C'est seulement à la racine du bourgeon mandibulaire, non loin du « sillon auditif externe » (trace de la première fente branchiale) que l'on peut observer une densification mésenchymateuse plus importante, nodulaire, où les cellules sont très colorées. C'est probablement la portion du cartilage de Meckel dont dérivera l'un des osselets de l'oreille moyenne, le marteau.

II) LE PHARYNX

Il se présente comme une cavité très aplatie dorso-ventralement mais aussi très large. Toutefois il ne possède plus de relations avec l'extérieur par l'intermédiaire des fentes branchiales. La trace ectodermienne de celles-ci a même disparu, à l'exception du sillon auditif externe. Les poches pharyngiennes qui leur correspondaient ne se manifestent que par des élargissements de la cavité du pharynx. Quant aux dérivés branchiaux, issus de l'épithélium de ces poches pharyngiennes, aucun d'entre eux n'est encore ébauché. Il n'y a donc pas trace de thyroïde, de parathyroïdes, ni de thymus. Il est évidemment regrettable que nous n'ayons pu réaliser de reconstruction de cette région, la zone de transition entre le plan de coupe transversal et le plan de coupe sublongitudinal de la tête se situant à ce niveau. Enfin en région tout à fait postérieure, le pharynx se termine par une bifurcation, donnant naissance dorsalement à l'œsophage et ventralement à celui-ci, à la trachée. Les entrées de ces deux conduits sont séparées par un volumineux bourgeon mésenchymateux de forme arrondie.

III) L'ŒSOPHAGE ET L'ESTOMAC

I) ŒSOPHAGE :

Il est très long : il mesure environ 4 mm. Il décrit une courbe qui suit l'incurvation du cou, à environ 0,45 mm. au-dessous de la corde dorsale, puis il vient se placer ventralement à l'aorte dorsale, passe entre les poumons, pour venir se placer entre les deux feuilletts de la splachnopleure. Il est donc logé dans le mésogastre, délimitant ainsi un mésogastre dorsal et un méso-

gastre ventral (ou mésocarde). A l'entrée de l'estomac, il est distant de la corde dorsale d'environ 1 mm. Sur les coupes il apparaît déjà constitué de plusieurs couches. L'endothélium œsophagien est assez épais et ne présente plus à ce stade de ciliation. Autour de celui-ci on voit une couche cellulaire extrêmement clairsemée préfigurant la celluleuse, puis une couche plus épaisse, très dense, ébauche de la future musculuse.

2) ESTOMAC :

Il apparaît comme une dilatation fusiforme de l'œsophage, à grand axe céphalo-caudal. Il mesure environ 1,7 mm. de longueur et ne présente pas encore la moindre trace de la torsion qui doit lui donner sa forme définitive. Il se trouve lui aussi logé entre les deux lames de la splachnopleure, adossé à la face postérieure du foie. La portion tout à fait ventrale de la splachnopleure forme ainsi le mésogastre antérieur, qui rattache le foie à la paroi ventrale du corps.

La lumière de l'estomac est de calibre à peu près uniforme, et environ trois à quatre fois supérieur à celui de l'œsophage. Par contre, sa paroi apparaît beaucoup plus épaisse dorsalement que ventralement. De plus, l'épaisseur de la paroi dorsale est notablement plus accusée en région antérieure, dans la zone qui donnera, à un stade ultérieur, la grosse tubérosité.

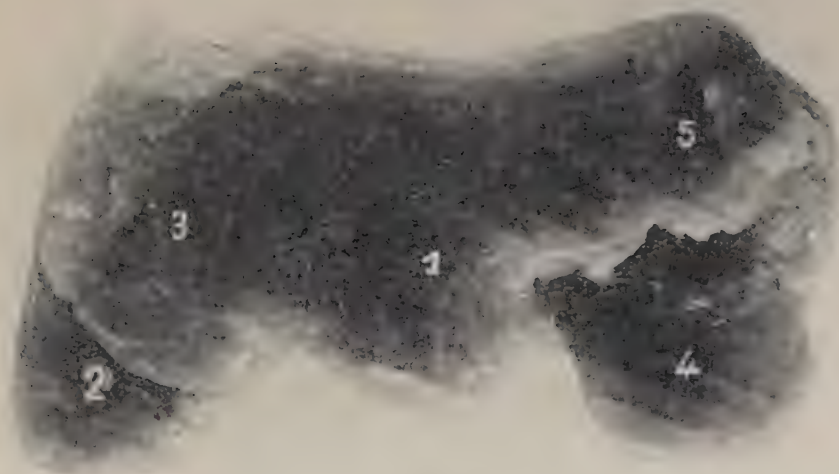
IV) LE DUODÉNUM ET LES GLANDES ANNEXES

1) LE DUODÉNUM :

Celui-ci, toujours logé entre les deux lames de la splachnopleure, remonte légèrement en direction dorsale, puis s'incurve franchement en direction ventrale, au niveau de sa jonction avec l'intestin moyen. Relativement large au niveau du pylore, son calibre se réduit en direction caudale. Comme pour l'œsophage, on distingue encore nettement ici trois couches cellulaires distinctes.

2) LE FOIE :

C'est un organe très volumineux, réparti en deux masses principales, droite et gauche, de volume sensiblement égal. Il mesure environ 1 mm. de hauteur maximum pour 1,6 mm. de largeur.



I. Face ventrale ou antérieure.



II. Face dorsale ou postérieure.

Foie : Reconstruction par la méthode de Born

1. Scissure ombilicale. - 2. Lobe latéral droit. - 3. Lobe médial droit.
4. Lobe latéral gauche. - 5. Lobe médial gauche. - 6. Lobule de Spiegel.

Le foie de l'embryon reçoit la veine ombilicale, logée dans la scissure ombilicale. Cette dernière marque sur la face ventrale du foie la subdivision en deux lobes principaux. Cette subdivision est accusée encore, à la face dorsale, par l'empreinte gastro-duodénale. D'autre part deux scissures secondaires assez profondes, l'une droite, l'autre gauche, subdivisent à nouveau les deux lobes principaux du foie de notre embryon. Cet organe présente donc quatre lobes.

— **La face dorsale ou caudale** du foie montre :

— Un lobe latéral gauche de forme grossièrement ovale.

— Un lobe latéral droit, un peu plus volumineux et de forme approximativement quadrilatère, qui porte en région médiale une excroissance de forme pyramidale, ébauche du lobule de Spiegel.

— Enfin on observe, à gauche du lobule de Spiegel, en un point à peu près central, l'orifice d'entrée des veines vitellines.

— **La face ventrale ou craniale** montre, outre les deux lobes latéraux :

— Un lobe médial droit dont l'épaisseur est environ la moitié de celle du lobe latéral droit.

— Un lobe médial gauche notablement moins développé.

— La veine ombilicale atteint le foie en région médiale, au niveau de la base de la scissure ombilicale. Elle pénètre bientôt dans le parenchyme hépatique.

Ce très important développement hépatique joue un rôle capital dans la séparation du thorax et de l'abdomen. En effet, le mésogastre s'est développé de façon considérable. L'épaisse cloison mésenchymateuse qui en résulte constitue le septum transversum. C'est celui-ci que le bourgeonnement hépatique envahit. Son extension contribue donc à cloisonner le coelôme intra-embryonnaire, dans sa partie ventrale. Notons cependant ici qu'en région dorsale les cavités pleurale et péritonéale communiquent encore par l'intermédiaire des canaux pleuro-péritonéaux. Le parenchyme hépatique est à ce stade constitué d'un inextricable lacs de cordons épithéliaux et de capillaires sanguins. La lumière des cordons épithéliaux n'est le plus souvent pas apparente.

Un volumineux cordon épithélial, plein, se détache du foie et s'engage dans l'épaisseur du ligament hépato-duodéal. Il est prolongé par le canal cholédoque, à lumière assez large, qui vient

déboucher dans le duodénum, en région ventro-latérale. Son orifice terminal représente également l'embouchure du canal de Wirsung.

3) LE PANCRÉAS :

Celui-ci est constitué de deux ébauches, l'une ventrale, l'autre dorsale. On sait qu'à un stade très précoce, il existe deux ébauches pancréatiques ventrales, puis que ces deux pancréas ventraux fusionnent en une glande unique, ou bien qu'une seule de ces ébauches ventrales se développe. Il semblerait que ce dernier cas soit réalisé chez notre embryon.

En effet le canal de Wirsung, abouché au duodénum en un point ventro-latéral droit, remonte en direction dorsale en croisant à droite le duodénum. Il prend naissance au niveau de l'ébauche pancréatique « ventrale », qui a donc pris à ce stade une position dorsale au duodénum. Cette ébauche pancréatique ventrale semble donc résulter du développement exclusif de l'ébauche pancréatique ventrale droite primitive.

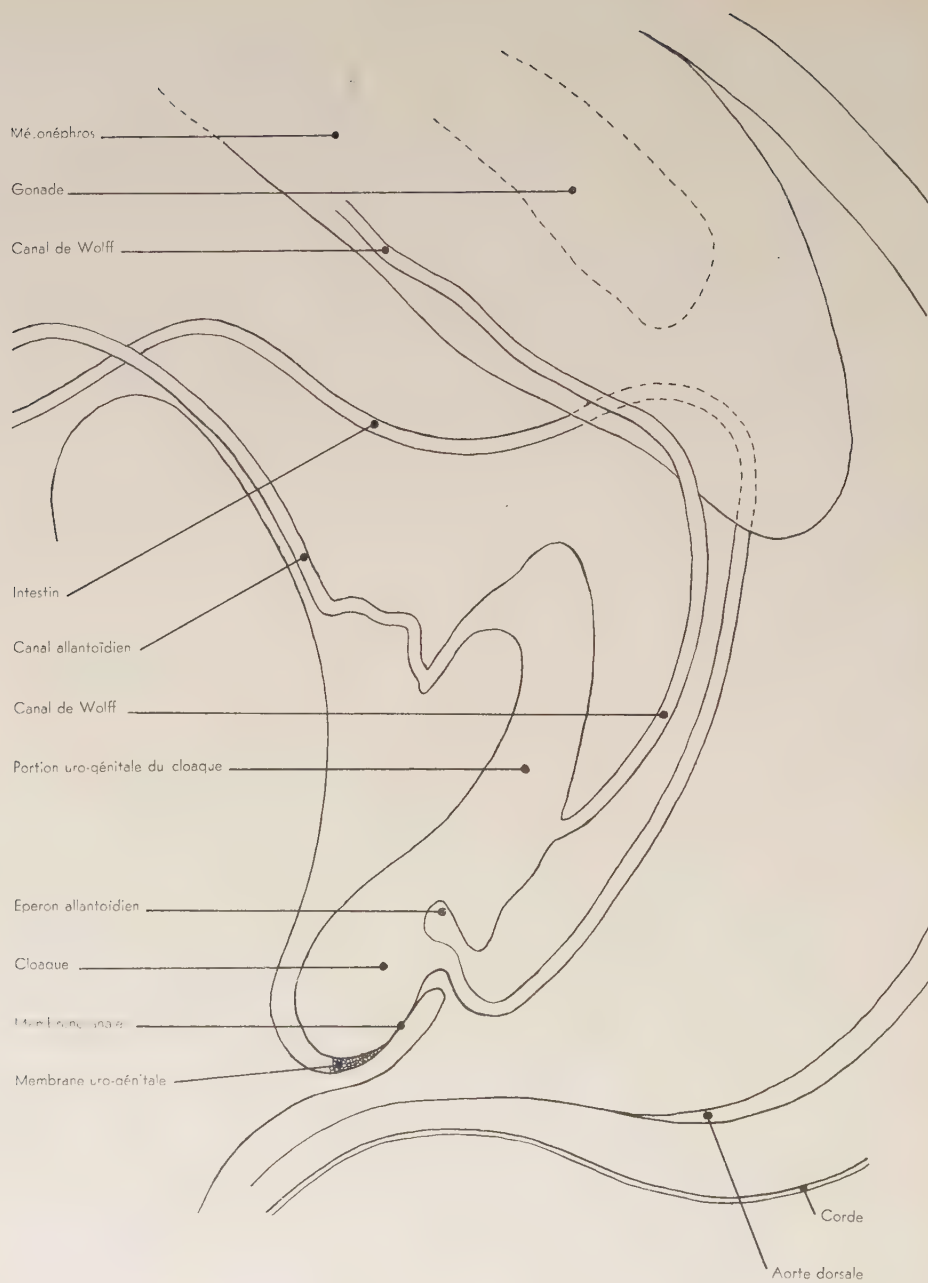
Du fait de sa situation dorsale au duodénum, l'ébauche ventrale est en contact avec l'ébauche dorsale du pancréas.

Cette dernière, résultant d'un bourgeonnement duodéal en direction dorsale, est appendue à un canal de Santorini extrêmement bref, qui débouche dans le duodénum en position dorsale, presque sur le même plan frontal que le canal de Wirsung.

Les deux ébauches pancréatiques sont logées dans la base du mésoduodénum. Celui-ci semble prolonger le petit épiploon, va contracter une adhérence avec la face dorsale du foie, à hauteur du lobule de Spiegel puis monte dorsalement en direction de la voûte sous-lombaire.

L'arrière-cavité des épiploons est très apparente, délimitée par les mésos dont dériveront le petit et le grand épiploon de l'adulte. Les ébauches pancréatiques contribuent déjà à délimiter le hiatus de Winslow.

Les ébauches pancréatiques sont constituées de cordons cellulaires flexueux, creusés d'une lumière assez large. L'ébauche pancréatique montre donc très précocement son caractère de glande exocrine. Mais, nous n'avons pas trouvé trace d'îlots cellulaires distincts, premiers signes du pancréas endocrine.



RECONSTRUCTION GRAPHIQUE DE LA RÉGION CLOACALE

V) INTESTIN POSTÉRIEUR ET CLOAQUE

L'intestin postérieur a un calibre notablement plus faible que celui de l'œsophage ou du duodénum. Après son inflexion ventrale, pour donner naissance au canal vitellin, l'intestin remonte en direction des mésonéphros, entre lesquels il passe, toujours appendu à son méso dorsal. Puis au niveau de l'extrémité caudale des mésonéphros, il se réfléchit en direction ventrale. Il prend alors place derrière les canaux mésonéphrotiques, puis se dilate considérablement pour former le cloaque.

Celui-ci se présente comme une poche grossièrement piriforme, dont le fond est en contact direct avec l'ectoblaste, et dont la pointe s'infléchit légèrement en direction céphalique, pour donner naissance au canal allantoïdien. La conformation et le volume du cloaque contribuent à le faire apparaître comme une formation particulière qui recevrait l'intestin postérieur et les canaux mésonéphrotiques, alors qu'il fait partie intégrante de l'intestin postérieur.

Il semble alors que les canaux mésonéphrotiques s'abouchent, l'un à côté de l'autre, au milieu de la face dorsale du cloaque, alors que l'intestin postérieur débouche plus en arrière au niveau de la jonction du tiers moyen et du tiers postérieur. Entre ces deux zones, la paroi dorsale du cloaque forme déjà une saillie : l'éperon allantoïdien. Le cloisonnement du cloaque en compartiment rectal postérieur et urogénital antérieur est donc amorcé.

Au niveau de l'extrémité caudale du cloaque, l'entoblaste est adossé à l'ectoblaste, constituant la membrane cloacale. Mais cet adossement est beaucoup plus étroit dans sa portion postérieure (future membrane anale), que dans la portion antérieure (future membrane urogénitale). Ici l'entoblaste, légèrement distant de l'ectoblaste, en est séparé par un mur de nature épithéliale. Juste au-devant de cette zone, l'ectoblaste semble se soulever légèrement. Ce serait le tout premier stade de la formation du tubercule génital.



1. Vue dorsale.

Poumons : Reconstruction par la méthode de Born.

2. Vue ventrale (la flèche indique le lobe azygos).



E) L'APPAREIL RESPIRATOIRE

I) LA TRACHÉE

La trachée suit le même trajet que l'œsophage, ventralement et à peu de distance de celui-ci. Elle mesure environ 3 mm. de longueur. Sa structure rappelle celle de l'œsophage ; toutefois ici deux couches seulement sont distinctes : une couche épithéliale, tout à fait semblable à son homologue œsophagienne, (l'arbre aérifère n'est qu'un bourgeon du tube digestif), mais dotée d'une ciliation visible sur certaines coupes. Autour de cet épithélium, se trouve une couche mésenchymateuse plus dense.

II) LES BRONCHES SOUCHES

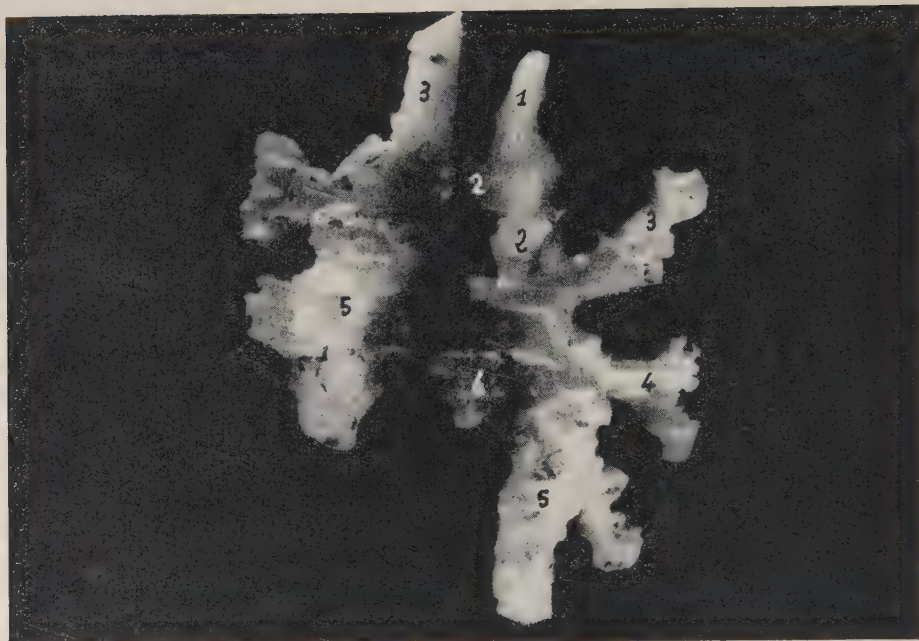
Elles sont très courtes. La plus grande partie de leur trajet est extra-pulmonaire comme on peut le constater sur le modèle en cire. En effet, elles se divisent presque aussitôt après leur pénétration dans les poumons. Leur calibre est sensiblement supérieur à celui de la trachée. La bronche souche gauche pénètre dans le poumon correspondant au niveau de la jonction du tiers moyen et du tiers antérieur, alors que la bronche souche droite aborde le poumon droit en un point comparativement plus cranial.

III) LES POUMONS

I) SITUATION :

Les poumons constituent deux masses assez volumineuses de part et d'autre du mésocarde dorsal, dilaté et transformé par la prolifération terminale du bourgeon respiratoire. Ils occupent donc la partie antérieure des canaux pleuropéritonéaux. La future cavité pleurale est déjà parfaitement séparée de la cavité péricardique, les replis pleuro-péricardiques ayant accompagné les canaux de Cuvier jusqu'à la face dorsale du cœur.

Le poumon gauche occupe une position notablement plus craniale que le poumon droit.



Arbre bronchique : reconstructions par la méthode de Boyer.

1. Vue dorsale.

2. Vue ventrale

1. Trachée. - 2. Bronches souches. - 3. Bronche lobaire céphalique.
4. Bronche lobaire moyenne. - 5. Bronche lobaire caudale. - 6. Bronche azygos.



2) MORPHOLOGIE :

Les poumons présentent grossièrement l'aspect d'un sac de forme assez mal définie. Le poumon droit est légèrement plus volumineux que le gauche. Leur longueur moyenne est d'environ 1,2 à 1,3 mm.

— Le poumon gauche apparaît trilobé selon un schéma qui laisse deviner les territoires des trois bronches lobaires. Sa face dorsale est nettement convexe, alors que sa face ventrale l'est beaucoup moins.

— Le poumon droit considéré par sa face dorsale, également convexe, ressemble beaucoup plus à un ballonnet mal gonflé. Sa face ventrale présente près de son bord interne, à peu près en situation médiane, une grosse excroissance : le futur lobe azygos.

3) ARBRE BRONCHIQUE :

— **Du côté gauche**, la bronche souche donne naissance, presque aussitôt après sa pénétration dans le parenchyme pulmonaire, à trois bronches lobaires :

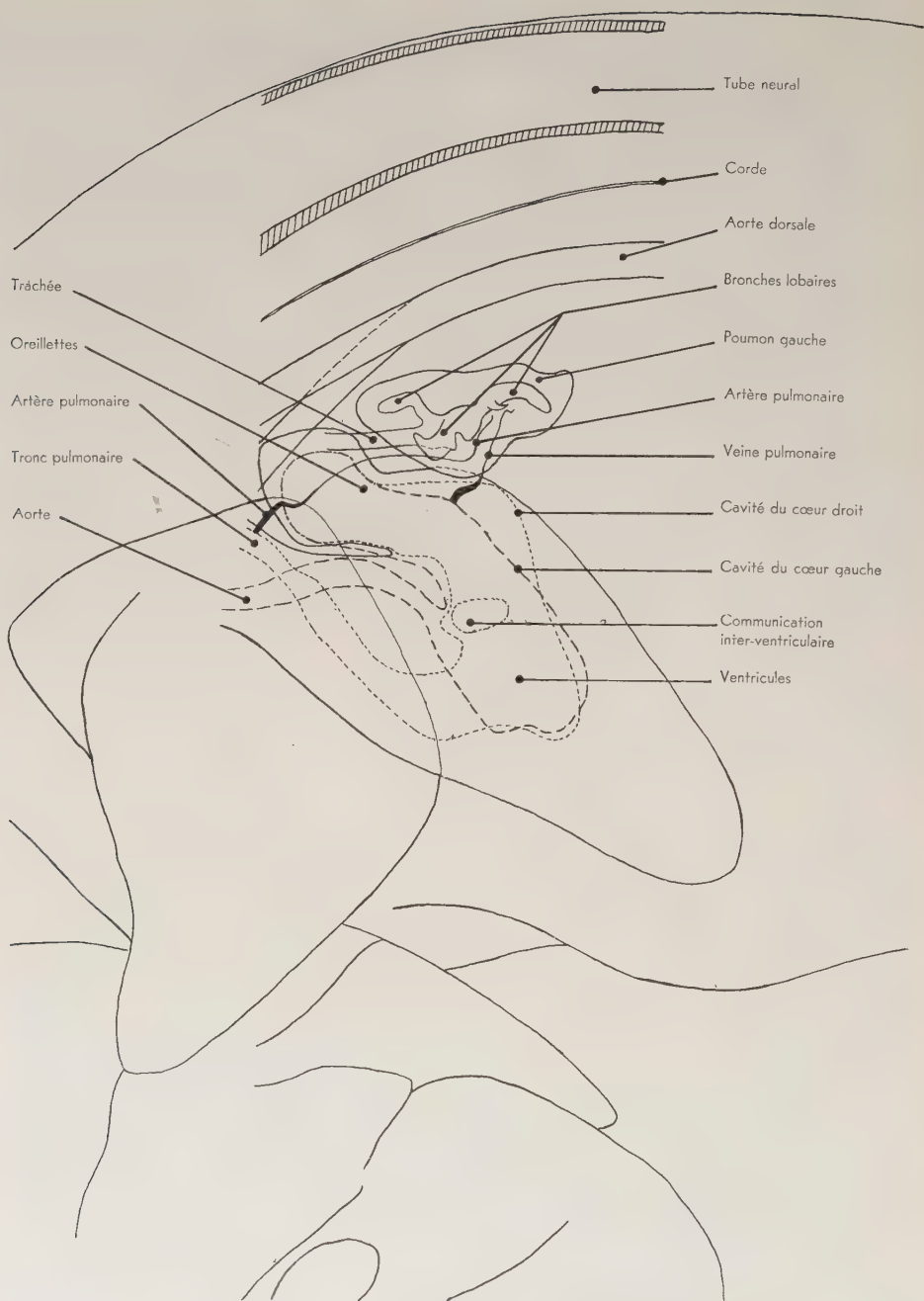
— Une bronche céphalique qui se dirige droit en direction craniale.

— Une bronche moyenne, plus courte, mais qui se termine par une ébauche de bifurcation. Elle se développe selon un axe perpendiculaire à celui de la bronche céphalique.

— Une bronche caudale (le terme de diaphragmatique nous paraissant prématuré ici) : c'est la plus longue des trois ; elle semble prolonger directement la bronche souche, constituant avec elle l'équivalent du tronc souche de AEBY. D'autre part elle porte, à peu près en son milieu, une collatérale ventrale.

— **Du côté droit**, on retrouve à peu près la même disposition :

— La bronche céphalique adopte ici une direction antéro-externe. Elle naît séparément des deux autres bronches lobaires, en un point un peu plus cranial de la bronche souche. Cette dernière se termine légèrement plus bas par une trifurcation qui donne, outre les deux dernières bronches lobaires, la bronche azygos.



RECONSTRUCTION GRAPHIQUE DU CŒUR, DES POUMONS
ET DES VAISSEAUX PULMONAIRES

— La bronche moyenne : elle est en tous points semblable à son homologue gauche. Elle se termine également par une bifurcation.

— La bronche caudale, présente les mêmes caractéristiques qu'au poumon gauche. Elle porte aussi une collatérale ventrale.

— La bronche azygos : elle naît de la bronche souche, au même niveau que la bronche moyenne, mais elle suit, dans un même plan, une direction perpendiculaire.

4) STRUCTURE :

Les bronches apparaissent constituées par un épithélium prismatique analogue à l'épithélium œsophagien. Quant au tissu environnant, ce n'est encore que du mésenchyme banal, sans la moindre organisation. Celle-ci apparaîtra vraisemblablement avec la ramescence des bronches lobaires, seules développées à ce stade.

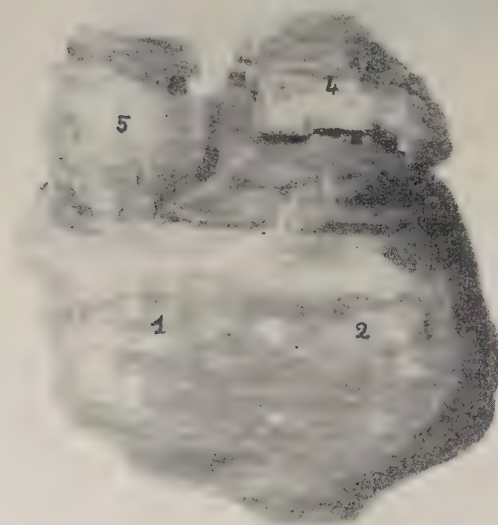
5) VAISSEAUX PULMONAIRES :

— **Les deux artères pulmonaires** proprement dites prennent naissance sur le tronc artériel pulmonaire, presque aussitôt après la division du bulbe artériel. Mais l'essentiel du courant sanguin issu du ventricule droit se dirigeant vers l'aorte par l'intermédiaire du canal artériel, elles apparaissent comme deux petites collatérales de ce volumineux tronc artériel. Dès leur naissance, elles montent rapidement en direction dorsale pour se placer côte à côte, ventralement à la trachée. Puis elles suivent chacune une bronche souche, et poursuivent leurs trajets respectifs, étroitement satellites de la bronche souche puis de la bronche lobaire caudale, jusqu'au niveau de la collatérale ventrale de cette dernière. Elles ne délèguent, chemin faisant, aucune collatérale.

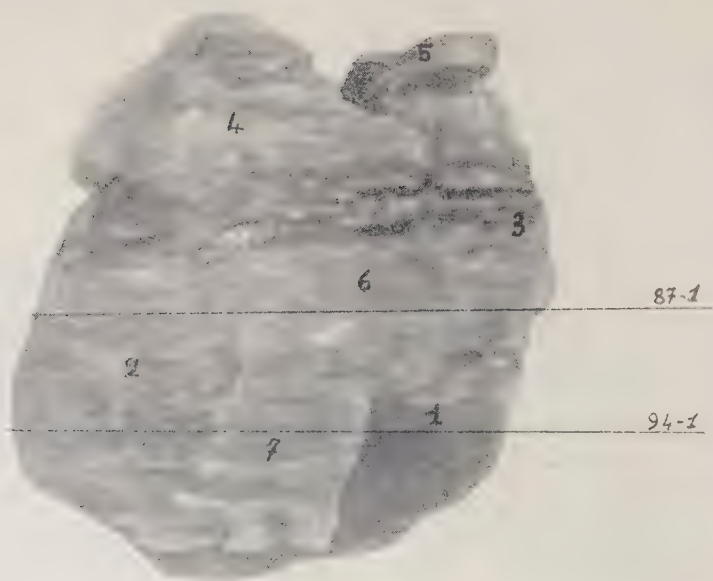
— **Les deux veines pulmonaires** prennent naissance à peu près à la hauteur de la terminaison des artères pulmonaires (collatérale ventrale de la bronche lobaire caudale). Leur trajet intra-pulmonaire est beaucoup plus bref et plus écarté des bronches, que celui des artères. Elles sortent des poumons, environ au niveau de la jonction de leur tiers moyen et de leur tiers postérieur, puis se rassemblent en un tronc commun assez court, qui vient déboucher directement dans l'oreillette gauche.

Reconstructions du Cœur par la méthode de Born.

1. Ventricule droit. - 2. Ventricule gauche, - 3. Oreillette droite, - 4. Oreillette gauche.
5. Bulbe artériel. - 6. Sinus veineux. - 7. Veine hépatique efférente commune.



1) Vue ventrale ou antérieure.



2) Vue dorsale ou postérieure.

F) L'APPAREIL CIRCULATOIRE

I) LE CŒUR

1) CONFORMATION EXTÉRIEURE :

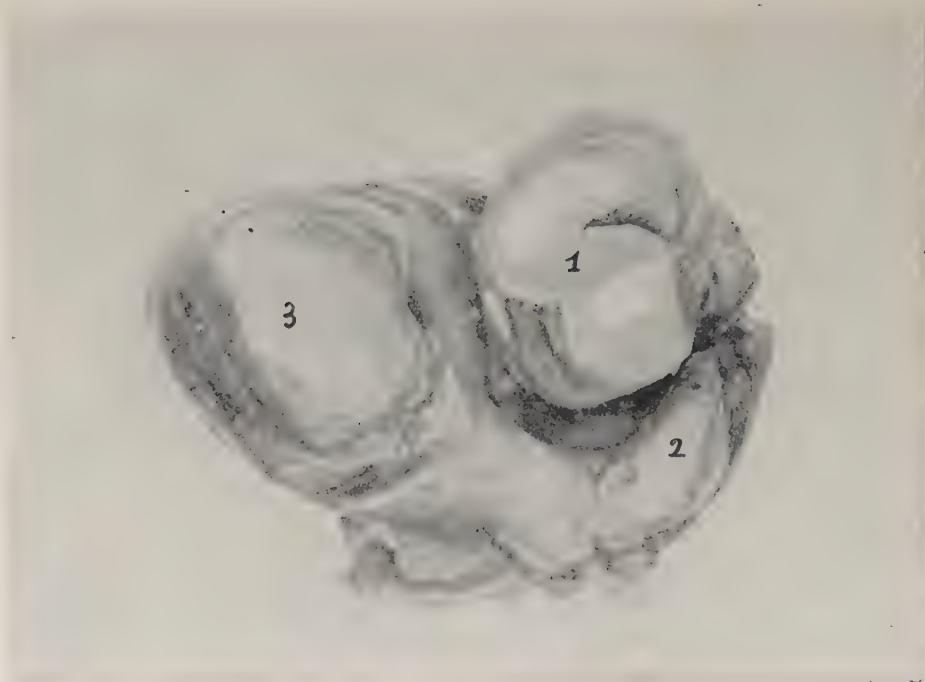
Le cœur de notre embryon ayant été reconstruit par la méthode de BORN, c'est en fait la description du modèle que nous donnons ici. Considéré par ses faces dorsale ou ventrale, il paraît très massif, presque globuleux. En vue latérale, il a la forme d'un cône à sommet caudal.

— **La masse ventriculaire** représente un peu plus de la moitié du volume total. Sa face ventrale montre déjà un sillon vertical médian qui correspond au sillon inter-ventriculaire gauche de l'adulte. On sait en effet que, du fait de la forme du thorax, le cœur subit ultérieurement une rotation sur son axe, ce qui fait passer le cœur droit en position craniale par rapport au cœur gauche. Le sillon inter-ventriculaire est beaucoup moins net à la face dorsale du cœur. Il correspond au sillon inter-ventriculaire droit de l'adulte.

— **Le bulbe artériel**, cylindroïde, se dégage de la masse ventriculaire en région antérieure droite. Il présente une torsion sur lui-même, rendue plus apparente encore par deux sillons qui indiquent sa double structure artérielle (artère pulmonaire et aorte).

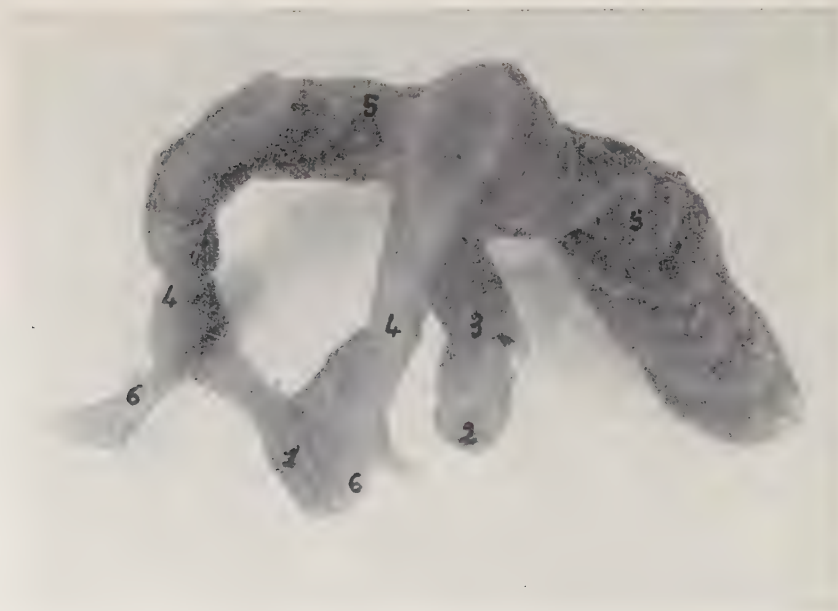
— **L'oreillette** droite semble adossée au côté postérieur du bulbe artériel, que sa pointe contourne par la droite. L'oreillette gauche, un peu plus volumineuse, vient coiffer la partie antérieure gauche de la masse ventriculaire. Les deux oreillettes montrent déjà l'expansion précoce des auricules.

— Enfin la face postérieure du cœur laisse encore apparaître le **sinus veineux**. Mais celui-ci est déjà incorporé en grande partie à la masse auriculaire. Les orifices des vaisseaux veineux sont bien apparents. La base du sinus veineux reçoit le volumineux tronc hépatique efférent commun. En région supérieure, débouchent de part et d'autre les deux canaux de Cuvier. Enfin, à la base de l'oreillette gauche, on observe l'orifice du tronc commun des veines pulmonaires.



1) **Vue de la base du Cœur (méthode de Born) :**

1. Bulbe artériel. - 2. Oreillette droite. - 3. Oreillette gauche.



2) **Reconstruction des arcs aortiques :**

1. Aorte. - 2. Artère pulmonaire. - 3. Canal artériel - 4. Aortes ventrales.
5. Aortes dorsales. - 6. Départ des carotides primitives.

La longueur totale du cœur est de 2,7 mm., pour une largeur de 2,5 mm. Le bulbe artériel mesure 1 mm. entre son émergence et le niveau du sommet de l'oreillette gauche.

2) CONFORMATION INTÉRIEURE :

a) Sinus veineux :

Il apparaît presque comme le prolongement direct du tronc hépatique efférent commun, débouche dans l'oreillette droite, juste à droite du septum spurium, par un orifice relativement large, ce qui laisse présager son englobement total dans l'oreillette droite. Il reçoit, outre la veine hépatique efférente commune :

— Un canal de Cuvier droit normalement développé.

— Un canal de Cuvier gauche déjà passablement atrophié.

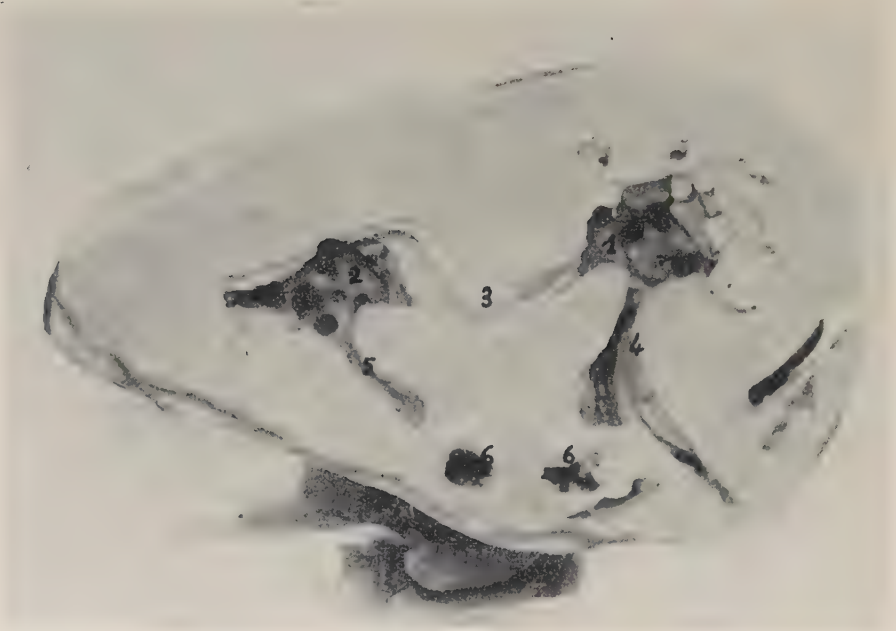
Enfin, le tronc commun des veines pulmonaires, qui débouchait primitivement dans la corne gauche du sinus veineux, s'en est séparé pour déboucher maintenant isolément dans l'oreillette gauche.

b) Oreillettes :

Les oreillettes sont en cours de cloisonnement. Le septum intermedium, qui cloisonne le canal auriculo-ventriculaire, se développe légèrement dans la cavité auriculaire primitive, en direction craniale. De part et d'autre de celui-ci, deux cloisons partent de la paroi auriculaire et croissent en direction caudale. L'une presque vis-à-vis du septum intermedium, est le septum primum ou superior, qui sépare ainsi presque complètement en deux parties la cavité de l'oreillette. L'orifice ménagé entre ces deux cloisons est vraisemblablement l'ostium secundum. En effet l'ostium primum ne persiste que très peu de temps ; son oblitération est très précoce. L'autre cloison, située nettement plus à droite, est le septum spurium.

Les parois des oreillettes, à peu près lisses dans toute leur région centrale, prennent un aspect spongieux, extrêmement anfractueux, au niveau de leurs pointes et plus particulièrement de l'expansion des auricules. L'oreillette gauche présente au niveau de sa paroi dorsale une sorte de petit récessus au fond duquel débouche le tronc commun des veines pulmonaires.

Conformation intérieure du cœur



Coupe 94-I : 1. Ventricule droit. - 2. Ventricule gauche.
3. Communication interventriculaire. - 4. Canal auriculo ventriculaire droit.
5. Canal auriculo ventriculaire gauche. - 6. Cornes du sinus veineux.



Coupe 87-I : 1. Artère pulmonaire. - 2. Aorte. - 3. Oreillette droite.
4. Oreillette gauche. - 5. Veine cardinale antérieure gauche.

c) Ventricules et bulbe artériel :

La portion ventriculaire du cœur est encore incomplètement cloisonnée. On voit très nettement une cloison qui part de la face ventrale du cœur au niveau du sillon inter-ventriculaire ventral. C'est le septum inferius qui s'avance dans le sens caudo-céphalique, en direction du septum intermedium. Il persiste donc encore à ce stade une communication inter-ventriculaire. Toutefois elle est déjà très étroite.

La cavité proprement dite des ventricules est assez réduite par rapport au volume extérieur du cœur. On ne relève aucune différence de proportions entre les deux ventricules. Leur fond a un aspect spongieux.

Les bords du canal auriculo-ventriculaire, tant au niveau du septum intermedium qu'au niveau des parois latérales, sont déjà différenciés en rebords valvulaires : tricuspide à droite et mitral à gauche.

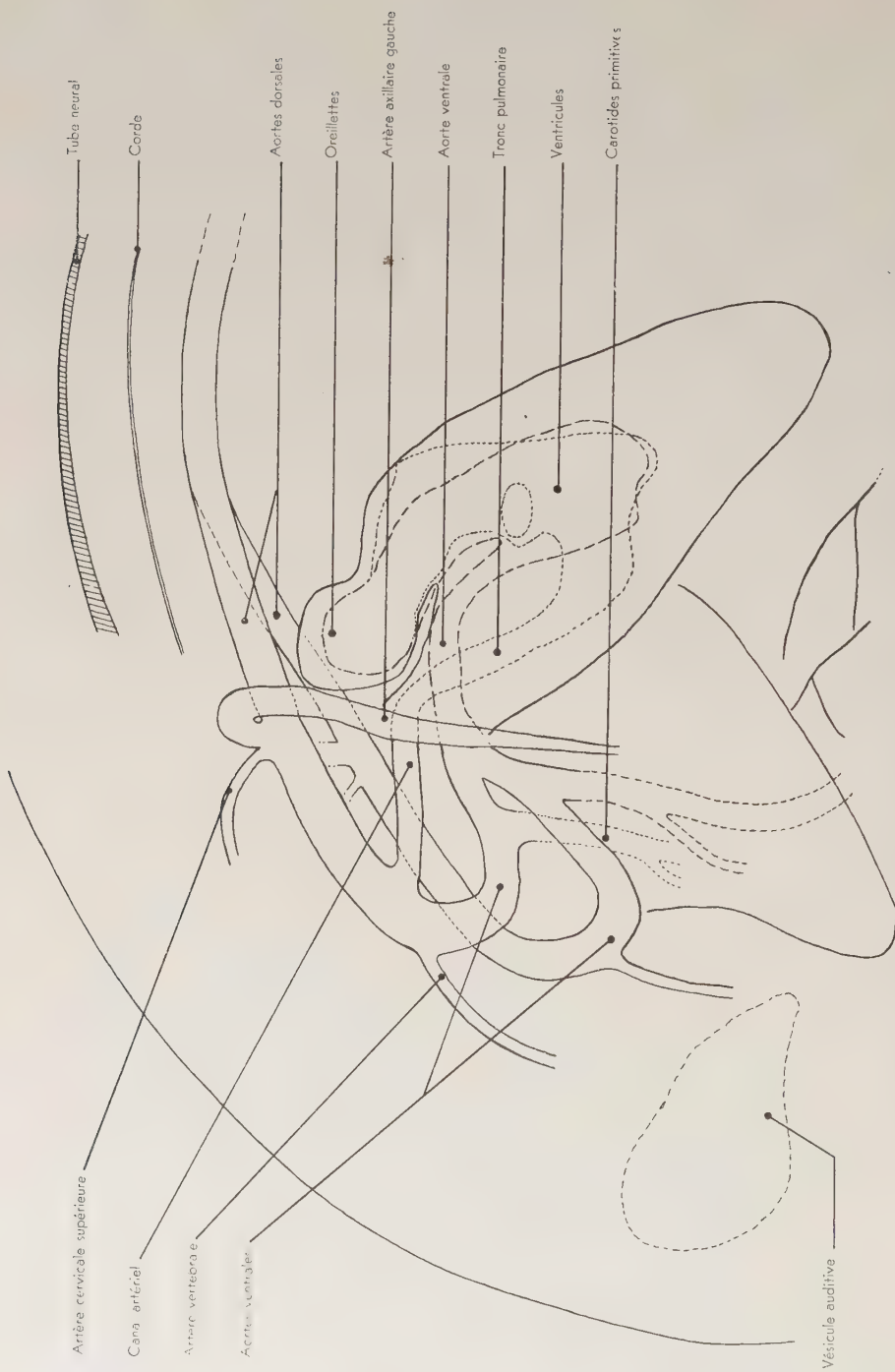
Le septum inferius est en continuité avec le septum bulbaire qui divise le bulbe artériel en deux parties correspondant à l'aorte et à l'artère pulmonaire. Ce septum bulbaire correspond aux sillons externes que nous avons mentionnés sur le bulbe artériel, et qui, en s'accentuant, vont diviser le bulbe artériel en passant entre les groupes valvulaires aortiques et pulmonaires.

Ceux-ci sont constitués chacun de trois valvules sigmoïdes très bien formées. Dans chaque groupe, deux des valvules sont adossées au septum bulbaire ; la troisième leur fait face, adossée à la paroi extérieure du bulbe artériel. Cela est tout à fait normal, puisque l'on sait que les deux valvules médiales de chacun des groupes résultent de la subdivision par le septum bulbaire de deux grandes valvules primitives.

La torsion du bulbe artériel fait que l'artère pulmonaire, primitivement ventrale à l'aorte, passe progressivement en position dorsale par rapport à celle-ci.

3) VAISSEAUX CORONAIRES :

A un fort grossissement, on peut observer, au niveau des sillons interventriculaires, la présence de vaisseaux organisés, à paroi bien nette. Le vaisseau situé au niveau du sillon inter-ventriculaire dorsal est relativement bref. Il débouche au niveau de la termi-



REPRÉSENTATION DEMI-SCHEMATIQUE DU SYSTÈME ARTÉRIEL BRANCHIAL

naison du canal de Cuvier gauche. C'est donc un vaisseau veineux ; il s'agit vraisemblablement de la future veine cardiaque moyenne. Le vaisseau situé au niveau du sillon interventriculaire ventral est beaucoup plus long. Il a d'abord un trajet rectiligne en direction de la base du cœur, puis il s'infléchit en direction latérale gauche, contourne la masse ventriculaire par son bord gauche et vient finalement se jeter dans le canal de Cuvier gauche, juste à côté de la future veine cardiaque moyenne. Il s'agit donc de la future veine circonflexe ou grande veine cardiaque.

II) LE SYSTÈME ARTÉRIEL

1) SYSTÈME ARTÉRIEL BRANCHIAL :

Nous savons que les fentes branchiales de cet embryon ont disparu. Cela laisse présager que les arcs aortiques ont déjà subi une importante évolution. En effet, les deux premiers arcs aortiques sont absents : le premier ne se développe pas ; le second est déjà régressé. Le troisième arc aortique forme la carotide interne de chaque côté, avec la portion de l'aorte dorsale correspondant au deuxième arc aortique. La portion de l'aorte ventrale qui portait le deuxième arc aortique donne la carotide externe. Le quatrième arc correspond, à droite comme à gauche, à la réflexion des aortes ventrales issues de la bifurcation du tronc aortique, juste après son individualisation au sommet du bulbe artériel. Le cinquième arc a disparu également. Le sixième arc, absent à droite, est représenté à gauche par le canal artériel, prolongation directe du tronc artériel pulmonaire, dont le sang est dérivé par son intermédiaire vers l'aorte dorsale gauche. Les deux artères pulmonaires proprement dites ne se présentent encore que comme deux minces collatérales de ce canal.

Les deux aortes ventrales sont de calibre très différent. La gauche a un calibre à peu près double de celui de la droite. Leur trajet en direction céphalique est bref. Elles s'infléchissent alors dorsalement pour constituer les deux aortes dorsales, de calibre toujours aussi différent. Elles fusionnent ensuite à la hauteur du sinus veineux. Cette importante différence de calibre semble parfaitement normale, puisque l'on sait que seule la première portion de l'aorte droite subsistera pour donner le tronc brachio-céphalique droit, et que l'aorte gauche constituera la crosse aortique définitive.

Presque immédiatement après leur séparation, chacune des deux aortes émet une collatérale. Nous n'avons malheureusement pas réussi à suivre leur trajet bien longtemps. Toutefois, nous pensons qu'il s'agit là des futures carotides primitives, qui empruntent la portion de l'aorte ventrale correspondant au troisième arc aortique.

2) ARTÈRES SEGMENTAIRES :

Chaque aorte émet, au sommet de son incurvation antérieure, une mince collatérale qui part en direction céphalique. Celle-ci se place à la face inférieure de la densification mésenchymateuse prévertébrale. Il s'agit là probablement de la future **artère vertébrale**. Sa contiguité précoce avec le mésenchyme prévertébral permettrait de comprendre son englobement dans les vertèbres, puisqu'elle parcourt chez l'adulte la série des trous transversaires des vertèbres cervicales.

Plus loin, environ à mi-longueur de leur inflexion antérieure et de leur point de fusion en une aorte dorsale unique, les deux aortes dorsales émettent une mince collatérale. Celle-ci monte directement en direction dorsale, de part et d'autre de la densification mésenchymateuse périocardale, mais sans entretenir avec elle un rapport de contiguité, comme les artères vertébrales. Ce sont sans doute les futures **artères cervicales supérieures**. Mais leur trajet en direction céphalique est encore extrêmement bref. D'autre part notre embryon n'ayant pas encore d'encolure, ces artères restent latérales aux vertèbres au lieu de leur être dorsales comme chez l'adulte.

Aussitôt après les artères cervicales, les aortes dorsales émettent à nouveau une collatérale beaucoup plus volumineuse. Son implantation est tellement voisine de celle des artères cervicales supérieures que, du côté gauche, l'artère cervicale semble naître sur la base de ce tronc artériel : c'est la future **artère axillaire**, née au bord dorsal de l'aorte, qui s'incurve rapidement en direction ventrale, pour aller s'engager dans le membre thoracique, au côté interne du scléroblastème dont elle est encore séparée par un volumineux tronc nerveux. En région terminale, elle se résout subitement.

Puis tout au long du trajet de l'aorte dorsale, on observe la naissance d'artères segmentaires qui se perdent rapidement de part et d'autre dans les somites.

3) AORTE DORSALE ET ARTÈRES D'ORIGINE

EXTRA-EMBRYONNAIRE :

L'**aorte dorsale** occupe tout au long de son trajet sa position définitive, en région médiane, juste au-dessous des ébauches mésenchymateuses des corps vertébraux. Son calibre va décroissant dans la région caudale, où elle est bientôt filiforme. Au cours de son trajet, l'aorte émet une artère vitelline et deux artères ombilicales.

L'**artère vitelline** : assez volumineuse, cette artère naît de l'aorte dorsale à hauteur du cordon ombilical. Elle est située dans l'épaisseur du mésentère dorsal. Malheureusement nous n'en avons qu'une très brève portion, car elle a subi le même sort que l'intestin moyen.

Les **artères ombilicales** : chacune des deux artères ombilicales naît de l'aorte, au point où celle-ci se réfléchit en direction de la queue, par deux racines distinctes, selon un mode polypodique. Elles se dirigent en direction céphalique, et se placent de part et d'autre du canal allantoïdien, qu'elles accompagnent jusque dans le cordon ombilical.

III) LE SYSTÈME VEINEUX

La totalité du sang veineux de l'embryon arrive au sinus veineux. Celui-ci reçoit :

— La veine hépatique efférente commune qui draine le sang arrivé au foie par les veines vitellines et ombilicales.

— Les deux canaux de Cuvier qui collectent les veines cardinales craniales et caudales, c'est-à-dire le sang de tout le corps de l'embryon.

1) VEINES D'ORIGINE EXTRA-EMBRYONNAIRE :

a) Veines ombilicales :

Seule la veine ombilicale gauche est encore présente. Arrivée par le cordon ombilical, elle chemine ensuite dans l'épaisseur de la somatopleure, tout à fait ventralement. Arrivée au point où le foie entre en contact avec la paroi ventrale du corps, elle y

pénètre en région médiale au niveau de la base de la scissure ombilicale. Puis, après un trajet intra-hépatique assez bref, elle fusionne avec le tronc terminal des veines vitellines.

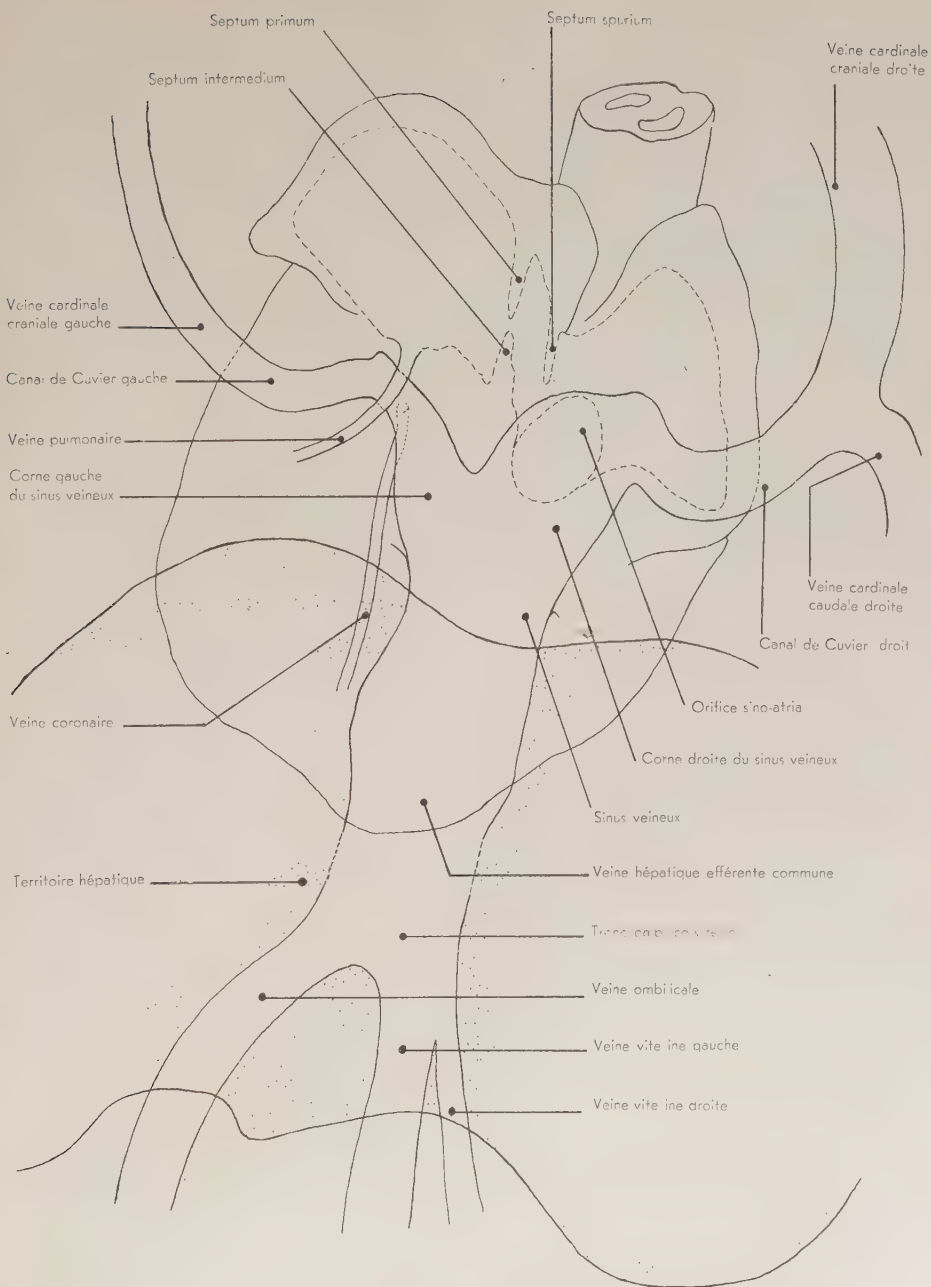
b) Veines vitellines :

On les trouve côte à côte dans le cordon ombilical. Puis, arrivées à la cavité abdominale, elles disparaissent, tout comme le canal vitellin et l'intestin moyen. Très vraisemblablement, elles suivent le trajet habituel avec l'intestin moyen, en direction céphalique. En effet on les retrouve au niveau du duodénum. Mais ici, on observe une différence de calibre assez importante ; la veine vitelline gauche a un calibre à peu près double de celui de son homologue droite. Elles poursuivent leur trajet côte à côte en direction antérieure. La veine vitelline gauche longe le bord droit du duodénum et de l'estomac. Elles pénètrent alors dans le foie, fusionnent presque aussitôt après en un tronc terminal que rejoint la veine ombilicale gauche.

c) Circulation intra-hépatique et veine hépatique efférente commune :

Le volumineux tronc ombilico-vitellin émet de nombreuses collatérales dans le parenchyme hépatique. Il traverse le foie de part en part pour donner naissance à la veine hépatique efférente commune, très brève, qui sort du foie pour aller déboucher dans le sinus veineux. Celui-ci d'ailleurs, tant par son volume que par sa conformation, semble en être la prolongation directe. La veine vitelline droite, le tronc commun ombilico-vitellin, la veine hépatique efférente commune et le sinus veineux paraissent situés sur un même axe caudo-céphalique.

D'autre part, on sait qu'à un stade plus précoce, les veines ombilicales se jettent directement au sinus veineux, sans passer par l'intermédiaire des veines vitellines. Le trajet intra-hépatique de la veine ombilicale gauche correspond à une anastomose ultérieure entre la veine ombilicale, dont la portion antérieure s'est atrophiée, et les veines vitellines. Donc ce trajet intra-hépatique de la veine ombilicale constitue l'équivalent du canal veineux d'Arantius.



REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE L'ARRIVÉE
DES VAISSEAUX VEINEUX AU CŒUR

2) CANAUX DE CUVIER ET VEINES CARDINALES :

Le sang veineux du corps de l'embryon se rassemble dans quatre veines longitudinales : deux veines cardinales craniales et deux veines cardinales caudales. Les deux veines cardinales craniale et caudale d'un même côté se réunissent pour constituer le canal de Cuvier. Les deux canaux de Cuvier débouchent dans le sinus veineux. C'est ce schéma classique que nous avons retrouvé chez notre embryon, assorti de quelques modifications.

a) Système du canal de Cuvier droit :

Celui-ci est relativement bref. Il a une direction légèrement oblique de haut en bas et d'avant en arrière. Il débouche dans la corne droite du sinus veineux. Les veines cardinales qui lui donnent naissance fusionnent à la base du repli pleuro-péricardique dans lequel passe le canal de Cuvier.

La veine cardinale est placée dorsalement à la gouttière pleurale, à peu de distance de l'aorte, dont elle suit le trajet. Nous en perdons la trace dans la zone dorsale détruite, au niveau de la tête du mésonéphros. Mais, fait curieux, on ne la retrouve pas plus en arrière. On trouve seulement à la place qu'elle devrait occuper des cellules sanguines dans une zone de tissu très lâche. Peut-être les portions périphériques du système veineux ne sont-elles pas encore individualisées nettement. Il y aurait donc encore à ce stade une circulation lacunaire.

La veine cardinale craniale occupe une position analogue par rapport à l'aorte dorsale droite. En avant du quatrième arc aortique, elle longe la masse mésenchymateuse sous-neurale. Elle s'efface au niveau de la vésicule auditive, et là encore il semble que l'on ait affaire à une circulation lacunaire.

b) Système du canal de Cuvier gauche :

Toute la portion périphérique des veines cardinales craniale et caudale est en tous points symétrique de son homologue droite. Mais la veine cardinale craniale, de calibre normal en région céphalique, semble atrophiée dans sa portion terminale. Elle débouche dans un canal de Cuvier beaucoup plus grêle que son homologue droit. La portion terminale de la veine cardinale craniale est donc en voie de régression. Mais nous n'avons pas trouvé trace à ce stade d'une anastomose avec la veine cardinale craniale droite.

Le canal de Cuvier gauche, après avoir croisé le tronc des veines pulmonaires, débouche dans la corne gauche du sinus veineux. D'autre part, il ne reçoit pas la veine cardinale caudale. La portion terminale de celle-ci a donc déjà totalement disparu. Mais la déficience dorsale de notre embryon nous a empêchés d'observer l'anastomose de cette veine cardinale caudale gauche avec son homologue droite ; sa présence est cependant vraisemblable, en raison de la régression totale de la portion terminale de la veine cardinale caudale gauche.

D'autre part, le canal de Cuvier gauche reçoit au niveau de sa terminaison les vaisseaux veineux coronaires. Lorsque son atrophie sera presque complète, ce qu'il en restera constituera un sinus coronaire ; ce sinus coronaire sera ensuite lui-même absorbé par l'oreillette droite, puisque chez l'adulte, il n'est pas morphologiquement distinct.

c) Veines sub-cardinales :

Celles-ci se présentent sous la forme de deux veines longitudinales, situées au côté interne du mésonéphros, juste au-dessous de l'aorte. A environ mi-longueur du mésonéphros, elles présentent une large anastomose entre elles. Mais du fait de la destruction de la zone située en avant du corps de Wolff, nous n'avons pas pu observer le point d'abouchement de ces veines sub-cardinales sur les veines cardinales caudales.

G) APPAREIL URO-GÉNITAL

1) LES MÉSONÉPHROS

Ces organes, encore appelés corps de Wolff, sont très développés. Appliqués contre la voûte dorso-lombaire, de part et d'autre de l'aorte, ils soulèvent l'épithélium coelomique, et font ainsi saillie dans la cavité abdominale. Ils mesurent 5 mm. dans leur plus grande longueur, pour un diamètre maximum de 1,4 mm. environ. Ils sont constitués de tubes de nature épithéliale, très contournés, mais à orientation générale transversale. Ces tubes prennent naissance du côté médial, au niveau d'un glomérule

artériel, par une dilatation qui tend à envelopper le peloton capillaire. Puis, après plusieurs contours, ils viennent déboucher dans le canal de Wolff, situé au côté externe du mésonéphros, en région ventrale. L'irrigation des glomérules artériels est assurée par de nombreuses et grêles collatérales aortiques.

II) LES CANAUX DE WOLFF

Ces canaux, qui longent la face externe du corps de Wolff, juste sous l'épithélium coelomique, prennent au niveau de la queue du mésonéphros, une direction franchement ventrale, et viennent déboucher côte à côte à mi-hauteur de la face dorsale du cloaque.

III) LE CLOAQUE ET LE CANAL ALLANTOIDIEN

La description du cloaque a déjà été faite à propos de l'intestin postérieur. La portion craniale du cloaque, en avant du point d'abouchement des canaux de Wolff, et en relation directe avec le canal allantoïdien, constituera la vessie, après le cloisonnement du cloaque.

Le canal allantoïdien, va se placer rapidement contre la paroi ventrale de la cavité abdominale. Il se dirige ensuite en direction céphalique jusqu'au niveau du cordon ombilical dans lequel il s'engage. Tout au long de ce trajet il est accompagné, de part et d'autre, par les artères ombilicales.

IV) LES GONADES

Les gonades sont présentes chez notre embryon sous la forme de deux crêtes germinatives allongées sur la face interne du corps de Wolff, presque au contact de la racine du mésentère, et recouvertes également par l'épithélium coelomique. Ces crêtes germinatives s'étendent sur environ 2,8 mm. de longueur, en un cordon extrêmement dense. On y observe deux types cellulaires : de très nombreuses cellules de petite taille fortement colorées, et, à travers celles-ci, quelques grosses cellules éparses, à cytoplasme beaucoup plus clair. Ces grosses cellules sont les gônocytes primaires ou leurs descendants.

V) LES CANAUX DE MÜLLER

Nous n'avons pas trouvé trace de ces canaux chez notre embryon. Sans doute ne sont-ils pas encore développés. Cette hypothèse nous paraît vraisemblable, si l'on se réfère aux travaux de SOULIÉ (49). Certes, il ne mentionne pas d'observations sur des embryons d'équidés jeunes, mais sur des fœtus d'autres espèces, à un stade évolutif équivalent, il n'y a pas encore de canal de Müller.

VI) LES CAPSULES SURRÉNALES

Nous n'avons pas réussi à mettre en évidence la première ébauche des capsules surrénales. Cependant, si l'observation ne nous fut pas possible en raison du mauvais état des coupes de cette zone surrénalienne, il nous est permis de penser, toujours d'après SOULIÉ (49), que l'ébauche épithéliale du cortex surrénal est en place. La substance médullaire, elle, n'apparaîtra que beaucoup plus tard, vers la fin du troisième mois (fœtus de 6 à 7 cm).

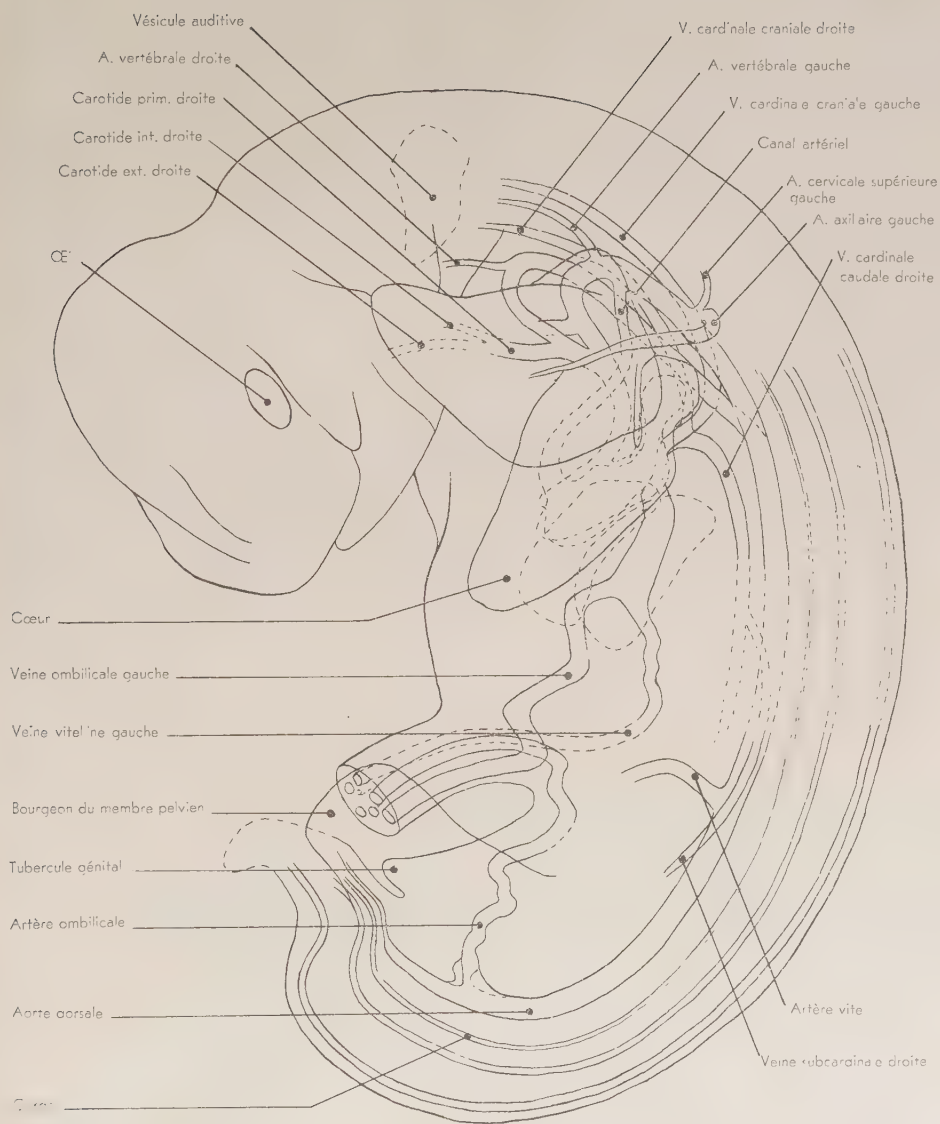
DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE TOPOGRAPHIQUE

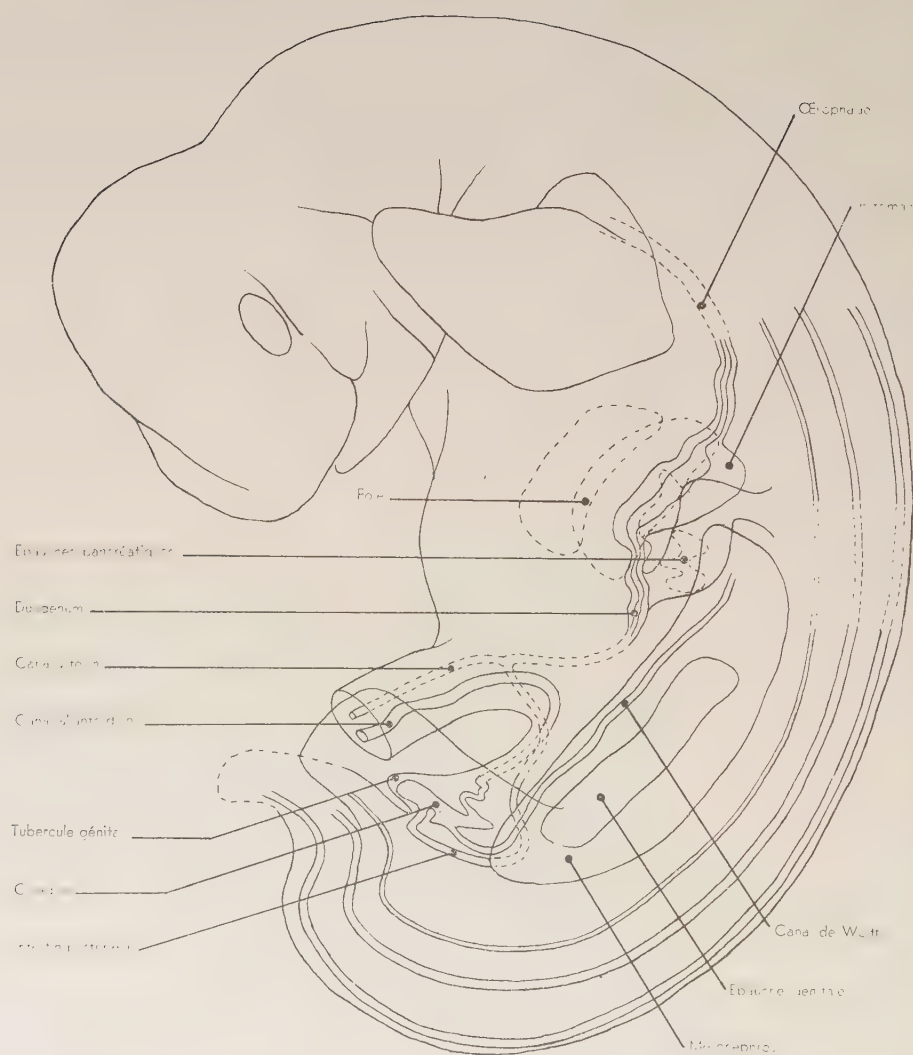
Il nous a paru utile de regrouper, dans la mesure du possible, l'ensemble des observations recueillies, en une brève étude topographique, destinée à donner une vue d'ensemble des proportions relatives des divers organes et de leurs positions respectives dans l'embryon. Nous avons eu recours à des reconstructions graphiques d'ensemble, qui nous paraissent apporter plus de clarté qu'une description.

Deux reconstructions ont été réalisées : d'une part l'ensemble du système circulatoire, de l'autre, l'appareil digestif et l'appareil urogénital.





RECONSTRUCTION GRAPHIQUE DE L'APPAREIL CIRCULATOIRE



RECONSTRUCTION GRAPHIQUE DES APPAREILS DIGESTIF
 ET URO-GÉNITAL

CONCLUSIONS

Nous avons étudié un embryon de Cheval de 12,5 mm., âgé de cinq semaines environ. Cet embryon présente les principaux caractères suivants :

— L'ensemble du corps est légèrement spiralé et la tête tournée à gauche. Les bourgeons des membres sont bien apparents.

— Nous avons compté environ quarante somites, y compris les somites céphaliques déjà effacés.

— L'encéphale présente cinq vésicules. Les quatre courbures sont apparentes.

— La plupart des nerfs craniens sont présents avec leurs ganglions respectifs. La chaîne sous-dorsale du sympathique et les rameaux communicants sont en place.

— Les yeux sont à l'état de vésicules oculaires secondaires. Les oreilles internes montrent les ébauches du canal endo-lymphatique et des canaux semi-circulaires.

— La cavité buccale primitive n'est pas encore cloisonnée.

— L'intestin n'a pas encore amorcé sa torsion.

— Le foie présente quatre lobes.

— Le pancréas est constitué d'une ébauche ventrale et d'une ébauche dorsale, déjà accolées.

— Les poumons possèdent leurs bronches lobaires, deux artères, et deux veines qui confluent vers leur terminaison.

— Le cœur possède quatre cavités, mais le cloisonnement est encore incomplet.

— Il y a encore deux aortes en région céphalique.

— La veine cardinale caudale gauche est en partie atrophiée.

— Il persiste une circulation veineuse lacunaire dans les régions périphériques.

— Les mésonéphros sont très développés, ainsi que les crêtes germinatives.

Le Directeur
de l'Ecole Vétérinaire de Lyon,
R. FLORIO.

Le Doyen,
J.F. CIER

Le Professeur
de l'Ecole Vétérinaire de Lyon
R. BARONE.

Le Président de la Thèse,
LATARJET.

Vu et permis d'imprimer :

Lyon, le 22 Mars 1965

Le Recteur, Président du Conseil de l'Université,
P. LOUIS.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUGIER (M.A.). — Notocorde et épithélium pharyngien chez *Sus scrofa domesticus* (formations médio-dorso-pharyngiennes chez les Mammifères). C.R. Assoc. Anat., 1932, Lyon, **18**, 57-65.
2. AUGIER (M.). — Nouvelles observations relatives au développement de la notocorde dans la région céphalique chez *Sus scrofa domesticus*. C.R. Assoc. Anat., 1924, Strasbourg, **19**, 47-55.
3. BARONE (R.). — Arbre bronchique et vaisseaux sanguins des poumons des Equidés domestiques. Rec. Méd. Vét., 1953, **129**, 545-564.
4. BARONE (R.) et MALAVIEILLE (R.). — Les vaisseaux du cœur des Equidés. Rec. Méd. Vét., 1951, **127**, 513-529.
5. BARONE (R.) et MALAVIEILLE (R.). — Les veines du cœur chez les Mammifères domestiques. C.R. Assoc. Anat., 1956, Lisbonne, **43**, 199-217.
6. BEAU (H.). — Notes sur le bouchon anal chez l'embryon humain. C.R. Assoc. Anat., 49^e réunion, 1964, 269-271.
7. BERTON (J.P.). — Anatomie vasculaire du mésonéphros chez certains Mammifères. C.R. Assoc. Anat., 49^e réunion, 1964, 272-289.
8. BÖHM (A.) et OPPEL (A.). — Méthode de reconstruction, in : Technique microscopique, I Vol., 4^e Ed., 498, p., 12 X 18, Paris, Vigot, 1907.
9. BORN (G.). — Die Platten modellir methode. Arch. f. mikr. Anat., 1883, **22**, 584-599.
10. BORN (G.). — Noch einmal die Platten modellir methode. Zeitschr. f. wiss. Mikr., 1888, **5**, 433-455.

11. BORN (G.) et PETER (K.). — Zur Herstellung von Richtebeenen und Richtlinien. Zeitschr. f. wiss. Mikr., 1898, **15**, 31-50.
12. BOUTELIER (C.). — Recherches sur le développement de l'encéphale chez les Equidés. Th. Doct. Vét., Lyon, 1957.
13. BOYER (C.C.). — The use of plastic in reconstructions from serial sections. Anat. Rec., 1948, **100**, 191-197.
14. BRACHET (A.). — Traité d'embryologie des vertébrés. I Vol., 2^e Ed., 690 p., 24 × 16, Paris, Masson, 1935.
15. BRADLEY (O.C.). — A contribution to the morphology and development of the mammalian liver. J. of Anat. and Phys., 1908, **43**, 1-42.
16. BREMER (J.L.). — Two reconstructions explainings the development of the veins of the liver. Anat. Rec., 1937, **68**, 165-168.
17. BRESSOU (M.C.). — Vascularisation et morphogenèse du foie. Bull. Acad. Vét., 1944, **17**, 320-323.
18. BUJARD (E.). — Reconstruction plastique du système nerveux central, des ganglions, et des épithéliums neuro-sensoriels céphaliques d'un embryon de mouton de 7 mm. C.R. Assoc. Anat., 1911, **13**, 205-211.
19. CHEVREL (J.P.), ALEXANDRE (J.H.), HUREAU (J.) et LASSAU (J.P.). — Sur une reconstruction des mésonéphros et métanéphros chez un embryon humain de 17 mm. C.R. Assoc. Anat., 49^e réunion, 1964, 448-456.
20. CORDIER (R.) et DALCQ (A.). — Organe stato-acoustique. - in Grassé (P.P.), vol. 12, 24 × 15, Paris, Masson, 1954.
21. COSTA (A.C. da). — Eléments d'embryologie. I Vol., 2^e Ed., 583 p., 24 × 16,5, Paris, Masson, 1948.
22. DALCQ (A.) et PASTEELS (J.). — Le développement des vertébrés. - in Grassé (P.P.), Vol. 12, 24 × 15, Paris, Masson, 1954.
23. DAVIES (J.I.). — A method of orienting difficult embryological material for sectionning. Anat. Rec., 1929, **43**, 381-385.
24. DUBREUIL (G.). — Embryologie humaine. I Vol., 3^e Ed., 492 p., 19 × 28, Paris, Vigot, 1947.

25. DUBREUIL (G.). — Méthode de reconstruction graphique stéréoscopique d'objets microscopiques grossis. C.R. Assoc. Anat., 1921, Paris, **16**, 99-110.
26. DUBREUIL (G.) et BAUDRIMONT (A.). — Manuel théorique et pratique d'histologie. I Vol., 4^e Ed., 627 p., 21,5 × 27; Paris, Vigot, 1950.
27. EYRIES (Ch.) et PERLES (B.). — Embryologie de l'oreille. Encycl. Medic. Chir., 1962, **3**, 1-9.
28. FIELD (E.J.). — The early development of the sheep heart. Journ. of Anat., 1946, **80**, 75-87.
29. GIRGIS (A.). — Description of a human embryo of twenty two paired somites. Journ. of Anat., 1925-6, **60**, 382-410.
30. HARRISSON (B.M.). — A modification of reconstruction methods. Science, 1924, **60**, n° 1546, 161-162.
31. HJORTSJÖ (C.H.). — Orientation of section direction in embryological reconstruction work. Acta Anat., 1954, **20**, 297-317.
32. HUETTNER (A.F.). — Fundamentals of comparative embryology of the vertebrates. I Vol., 2^e Ed., 309 p., 25,5 × 17,5, New-York, The MacMillan company 1949.
33. HUNTINGTON (G.S.) et MAC CLURE (Ch.L.). — Development of the veins in domestic cat. Anat. Rec., 1921, **20**, 1-30.
34. LOW (A.). — Description of a human embryo of 13-14 mesodermic somites. Journ. of Anat., 1907-8, **42**, 237-251.
35. LUTIGNEAUX (H.). — Un mode nouveau de représentation des objets dans l'espace à trois dimensions. C.R. Ac. Sc., 1924, **178**, 769-770.
36. MAC-LAUGHLIN (R.F.), TYLER (W.S.) et CANADA (R.O.). — A study of the subgross pulmonary anatomy in various mammals. Amer. Journ. of Anat., 1961, **108**, 149-165.
37. MILLER (W.S.). — The use of blotting paper for reconstructions. Anat. Rec., 1931, **48**, 191-196.

38. MINNE (J.), LIBERSA (C.) et FONTAINE (M.). — Sur la morphogenèse du larynx. C.R. Assoc. Anat., 1954, **91**, 419.
39. NOLEY (B.). — Contribution à l'étude anatomique de l'arbre bronchique du cheval. Th. Doct. Vét., Lyon, 1946.
40. PATTEN (B.M.). — Embryology of the pig. I Vol., 3^e Ed., 352 p., 15 X 23, York, Mc Graw Hill book company, 1948.
41. PATTEN (B.M.) et PHILPOTT (R.). — The shrinkage of embryos in the processes preparatory to sectionning. Anat. Rec., 1921, **20**, 303.
42. PAULET (J.L.). — Contribution à l'étude de l'organe de Jacobson chez l'embryon humain. C.R. Assoc. Anat., 1907, **9**, 1-4.
43. PAULET (J.L.). — Reconstruction des fosses nasales, de l'organe de Jacobson, de la bouche et ses dépendances, du cartilage de Meckel, chez un embryon humain de 13,8 mm, (5 à 6 semaines). C.R. Assoc. Anat. 1909, **11**, 53-55.
44. PAULET (J.L.). — Tête et formations buco-nasales d'un embryon humain de cinq semaines environ. Arch. f. mikr. Anat., 1911, **76**, 658-681.
45. POTTS (O.M.). — A new method of graphic reconstruction. Journ. Anat., 1958, **92**, 647.
46. QUENU (L.) et QUEREUX (P.). — Notes sur la croissance des poumons et de l'arbre bronchique de l'embryon humain. C.R. Assoc. Anat., 1955, **92**, 1184.
47. QUENU (L.) et QUEREUX (P.). — Notes sur la reconstruction (méthode de Born) d'un arbre bronchique d'embryon humain de 12,5 mm. C.R. Assoc. Anat., 1954, **91**, 982.
48. ROCHON-DUVIGNEAUD (A.). — L'œil des vertébrés. - in Grassé (P.P.), Vol. 12, 24 X 15, Paris, Masson, 1954.
49. SOULIÉ (A.H.). — Le développement de la capsule surrénale chez quelques Mammifères. Journ. Anat. et Phys., 1903, **39**, 197-293, 390-425, 492-533.
50. STARK (D.). — Embryologie, ein Lehrbuch auf allgemein biologischer Grundlage. I Vol., 688 p., 18 X 26, Stuttgart, Thieme, 1955.

51. STEPHAN (F.). — Morphologie générale du système circulatoire des vertébrés. - in Grassé (P.P.), Vol. 12, 24 × 15, Paris, Masson, 1954.
 52. TAGAND (R.) et BARONE (R.). — Anatomie des Equidés domestiques. 10 Vol., 16 × 24, Lyon, 1964.
 53. TESTUT (L.) et LатарJET (A.). — Traité d'anatomie humaine. Tome IV : Embryologie, Paris, Doin, 1948.
 54. THOMPSON (P.). — Description of a human embryo of twenty three paired somites. Journ. of. Anat., 1906-7, **41**, 159-171.
 55. WITSCHI (E.). — Development of vertebrates. I Vol., 588 p., 23,5 × 15,5, Philadelphia, W.B. Saunders company, 1956.
-

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	13
INTRODUCTION	15
MATÉRIEL ET TECHNIQUES	17
A) Matériel	17
1) Caractéristiques de l'embryon	17
2) Traitement histologique	17
3) Observation	18
B) Techniques	18
1) Prise de connaissance de l'embryon	18
2) Recherche du plan de coupe	19
a) Bases théoriques	19
b) Réalisation pratique	20
— Reconstruction graphique	20
— Reconstruction dans l'espace	20
3) Les techniques de reconstruction	21
a) Les reconstructions plastiques	21
— Le carton	21
— La cire	22
— Moulages internes	22
b) Les reconstructions graphiques	23
ETUDE ANATOMIQUE	25

Première Partie. — ETUDE MORPHOLOGIQUE	25
A) Forme extérieure	25
I) Aspect général	25
II) La tête	25
III) La face	27
1) Bourgeon frontal et bourgeons nasaux	27
2) Bourgeons maxillaires supérieurs	27
3) Bourgeons mandibulaires	29
4) Lèvres	29
5) Yeux	29
6) Oreilles externes	29
IV) Le tronc	29
V) Les membres	30
B) Somites et corde dorsale	30
I) Les somites	30
II) Corde dorsale	31
C) Système nerveux et organes des sens	32
I) Système nerveux central	32
1) Encéphale	32
2) Moëlle épinière	33
II) Crête ganglionnaire	35
1) Portion céphalique et nerfs craniens	35
2) Portion rachidienne et nerfs rachidiens	37
III) Système nerveux sympathique	37
IV) Hypophyse	39
V) Yeux	39
VI) Oreilles internes	39
D) Appareil digestif	41
I) La cavité buccale	41
1) Plancher buccal et langue	41
2) Plafond buccal	42
3) Ebauches dentaires	42
4) Cartilage de Meckel	42

II) Le pharynx	43
III) L'œsophage et l'estomac	43
1) Œsophage	43
2) Estomac	44
IV) Le duodénum et les glandes annexes	44
1) Le duodénum	44
2) Le foie	44
3) Le pancréas	47
V) Intestin postérieur et cloaque	49
E) Appareil respiratoire	51
I) La trachée	51
II) Les bronches souches	51
III) Les poumons	51
1) Situation	51
2) Morphologie	53
3) Arbre bronchique	53
4) Structure	55
5) Vaisseaux pulmonaires	55
F) Appareil circulatoire	57
I) Le cœur	57
1) Conformation extérieure	57
2) Conformation intérieure	59
a) Sinus veineux	59
b) Oreillettes	59
c) Ventricules et bulbe artériel	61
3) Vaisseaux coronaires	61
II) Système artériel	63
1) Système artériel branchial	63
2) Artères segmentaires	64
3) Aorte dorsale et artères d'origine extra embryonnaire	65
III) Système veineux	65
1) Veines d'origine extra embryonnaires	65
2) Canaux de Cuvier et veines cardinales	68

G) Appareil uro-génital	69
I) Les mésonéphros	69
II) Les canaux de Wolff	70
III) Le cloaque et le canal allantoïdien	70
IV) Les gonades	70
V) Les canaux de Müller	71
VI) Les capsules surrénales	71

Deuxième Partie. — ETUDE TOPOGRAPHIQUE	73
--	----

CONCLUSIONS	77
-----------------------	----

BIBLIOGRAPHIE	79
-------------------------	----
